

TRADE RESEARCH SERIES



An Examination of Nearly Green Programs: Case Studies for Canada, the United States and the European Union

Economic & Policy Analysis Directorate
Policy Branch

January 2000



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada

**AN EXAMINATION OF NEARLY GREEN
PROGRAMS: CASE STUDIES FOR
CANADA, THE UNITED STATES AND THE
EUROPEAN UNION**

Economic and Policy Analysis Directorate
Policy Branch

January 2000

AN EXAMINATION OF NEARLY GREEN PROGRAMS: CASE STUDIES FOR CANADA, THE UNITED STATES AND THE EUROPEAN UNION

James Rude

Economic and Policy Analysis Directorate
Policy Branch

January 2000

Any policy views, whether explicitly stated, inferred or interpreted from the contents of this publication, should not be represented as reflecting the views of Agriculture and Agri-Food Canada.

To obtain additional copies, contact:

Information Production and Promotion Unit
Economic and Policy Analysis Directorate
Policy Branch
Agriculture and Agri-Food Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0C5
Tel: (613) 759-7443
Fax: (613) 759-7034
E-mail: ipp@em.agr.ca

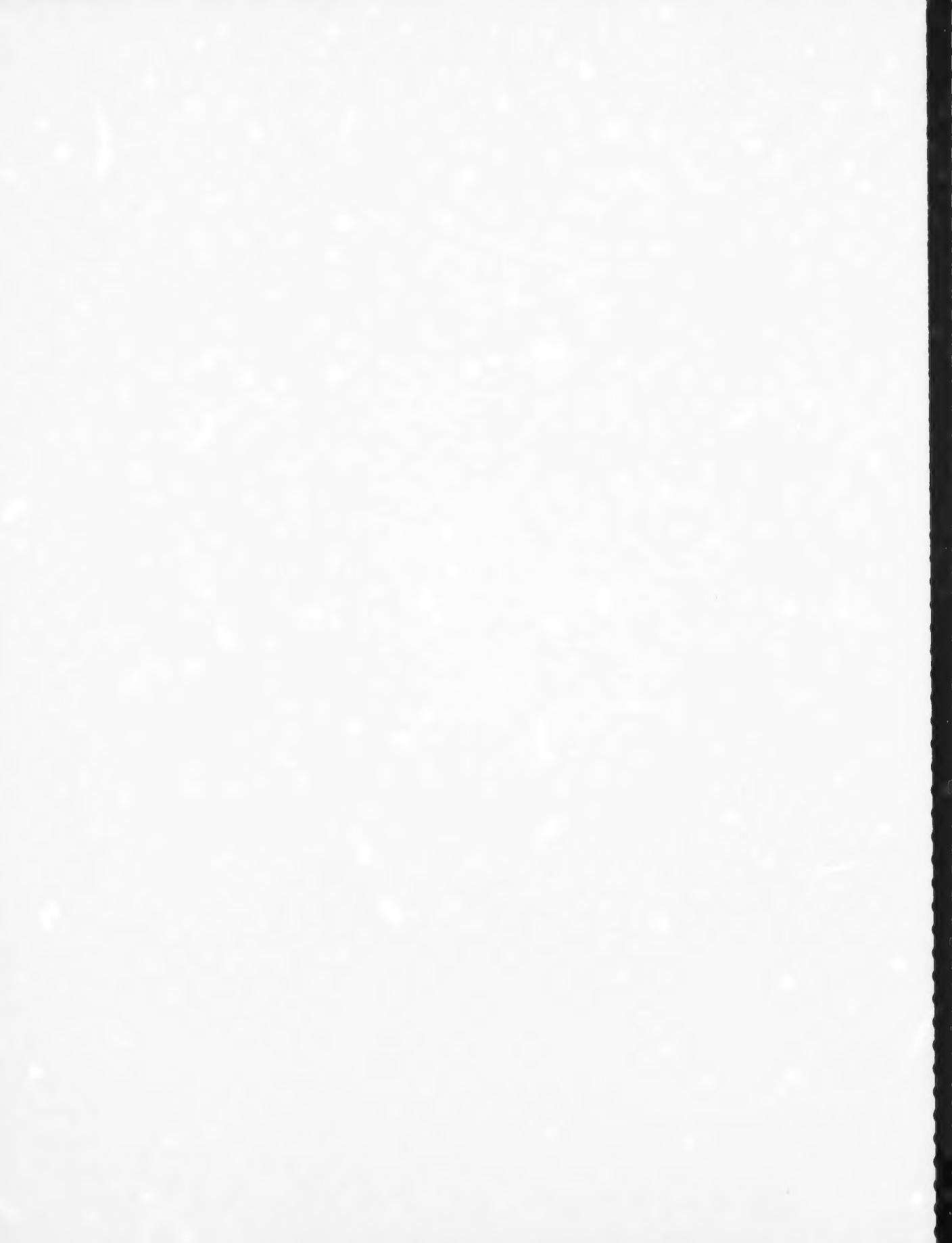
Electronic versions of EPAD publications are available on the Internet at: www.agr.ca/policy/epad

Publication 2010/E
ISBN 0-662-27876-3
Catalogue A22-194/1999E
Project 99037wp

Aussi disponible en français sous le titre :
« *Un examen des programmes quasi-verts :
études de cas pour le Canada, les États-Unis et l'Union Européenne* »

Table of Contents

Acronyms.....	vii
Preface	ix
Abstract	xi
Introduction	1
Chapter 1: Decoupled Payments: U.S. FAIR Act Production Flexibility Contracts	3
Chapter 2: Consumption Smoothing Programs: NISA	9
Chapter 3: Production Limiting Programs: EU Compensatory Payments	15
Chapter 4: Program Comparison	19
Chapter 5: Program Classification	21
References	23
Appendix A	A-1
Appendix B	B-1
Appendix C	C-1



Acronyms

AAFC	Agriculture and Agri-Food Canada
AMS	Aggregate Measures of Support
CAP	Common Agricultural Policy
CRP	Conservation Reserve Program
EU	European Union
FAIR	Federal Agriculture Improvement and Reform
NES	Net Eligible Sales
NISA	Net Income Stabilization Account
PFC	Production Flexibility Contract
WTO	World Trade Organization



Preface

This report is part of the Trade Research Series that Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC) is undertaking to support discussions in connection with multilateral and bilateral trade negotiations. The purpose of the series is to create an inventory of research that will make it easier for stakeholders to identify concerns, issues and opportunities associated with such discussions. The research is for the most part directed to areas in which little or no information has been circulated rather than to areas in which a broad base of literature already exists. More information on the Trade Research Series is available on the AAFC website at www.agr.ca/policy/epad, or by contacting Brian Paddock, Director of the Policy Analysis Division, Policy Branch (email: Paddobr.em.agr.ca, phone: (613) 759-7439).

This report is the second of two reports undertaken by the Policy Branch of AAFC concerning World Trade Organization (WTO) "green box" criteria and production neutrality. The first report introduced the subject by providing a non-technical discussion on whether green box criteria is sufficient to ensure the production neutrality of direct payment programs. This second report is more technical in nature, and examines direct payment programs in Canada, the United States (U.S.) and the European Union (EU) against the standard of production neutrality.

Preliminary results from these reports were presented at the International Agricultural Trade Research Consortium Annual Meeting in St. Petersburg, Florida, December 1998.



Abstract

This paper addresses the production neutrality of U.S. Production Flexibility Contract (PFC) payments under the Federal Agriculture Improvement and Reform (FAIR) Act, Canada's Net Income Stabilization Account (NISA), and the EU system of compensatory payments for arable crops. The U.S. PFC payments are viewed as largely neutral because the recipients cannot affect the size of the payouts and therefore only have incentives to respond to market signals. However, the neutrality of the program can be violated because of wealth effects, because the payment relaxes a production constraint (i.e., a debt constraint) or because the payment induces investment. It is difficult to predict the production effects of NISA because of the complexity of the program. Although the matching government contributions may create an incentive to increase net eligible sales, the program also increases the opportunity cost of productive assets which has a dampening effect on production. The production neutrality of NISA is probably enhanced by the program being generally available across a range of productive activities. The EU's program of arable compensation payments affects cropping patterns but does not induce yield growth.



Introduction

The negotiators of the Uruguay Round recognized the potential for domestic programs to adversely affect trade. They also recognized that not all forms of domestic support are trade distorting and they allowed that measures deemed to have "no, or at most minimal, trade distorting effects or effects on production" to be exempt from domestic support reduction commitments.

This is the second of two papers which examine the potential of programs that are classified as "green" under Annex 2 of the WTO Agreement on Agriculture, to distort trade. The first paper examines whether the criteria that define which domestic programs are exempt from domestic support reduction commitments are sufficient to ensure production neutrality.¹ In particular, it examines the criteria for direct payments to producers as: decoupled income support, income insurance and safety net programs, structural adjustment assistance, regional assistance and environmental aids. It also makes some recommendations for reform of the green box criteria.

This paper assesses specific government programs against the standard of production neutrality. It does not look at the legality, according to Annex 2 criteria, of whether the program should or should not be in the green box.

The programs examined in this paper were chosen because they represent major policy tools in three major agricultural exporters: the European Union, Canada and the United States. Only one of the three programs examined, the U.S. FAIR Act production flexibility contract (PFC) payments program is currently notified under Annex 2. The European Union compensatory payments, which arose from the reform of the Common Agricultural Policy (CAP), are notified under Article 6:5 (blue box) of the Agreement on Agriculture where direct payments under production limiting programs are not subject to reduction commitments for domestic support. The third program considered is Canada's Net Income Stabilization Account (NISA)

1. Since the green box excludes all market price support, consumption distortions should be minimal. As a result, production neutrality should be equivalent to trade neutrality.

program which is currently notified as non-product-specific Aggregate Measures of Support (AMS). While neither the Canadian nor the EU programs are notified as green, it is relevant to consider them in the context of Annex 2.

The first chapter of this paper examines the U.S. program. Chapter 2 examines the Canadian program whereas Chapter 3 examines the European Union program. Chapter 4 provides a comparison of the different programs. Chapter 5 provides a program classification according to production neutrality and discusses prerequisites for program placement in that classification.

Chapter 1: Decoupled Payments: U.S. FAIR Act Production Flexibility Contracts

The FAIR Act of 1996 authorizes annual PFC payments which participating producers may receive independent of farm prices and production. To receive payments, farmers who participated in the wheat, feed grains, rice, and upland cotton programs in any one of the years 1991 through to 1995 may enter into seven-year production flexibility contracts (1996-2002). They must comply with conservation requirements and keep contract acres in agricultural or related uses (production is not required). An eligible farm's payment is based on its payment quantity for each contract crop multiplied by the respective annual payment rate determined for that crop. The payment quantity for a given contract commodity is equal to 85 percent of the farm's contract acreage times its fixed program yield. A per-unit payment rate for each contract commodity is determined annually by dividing the total annual contract payment level for that commodity, by the total of all eligible farms' payment quantities. Annual payment quantities may be affected by producers exiting the program, withdrawing some acreage, enrolling contract acreage into the Conservation Reserve Program (CRP), and by previous CRP acreage becoming eligible for payment. The sum of such payments across contract commodities for an individual farm would be its annual payment, subject to payment limits.

The total PFC payment levels for each fiscal year (October 1-September 30) are fixed at: \$5.186 billion in 1996, \$6.288 billion in 1997, \$5.660 billion in 1998, \$5.603 billion in 1999, \$5.130 billion in 2000, \$4.130 billion in 2001, and \$4.008 billion in 2002. The share of total annual payments was fixed for each commodity for the seven-year period based upon February 1995 projections of deficiency payments.

The idea of decoupled support can be traced to a simple idea in economics, which is the lump sum transfer. A lump sum transfer is one where the recipient cannot affect the size of the transfer (tax) by changing his behaviour in any manner. Such transfers are understood not to distort the economy's resource allocation because they do not alter an agent's incentives. Agriculture support programs have been developed which try to approximate a lump sum transfer by tying support to some historically fixed variable, such as past production, so that the producer cannot affect the size of the pay-out. These transfers are often compensation payments and the expectation is that the size of the payment is related to the income loss

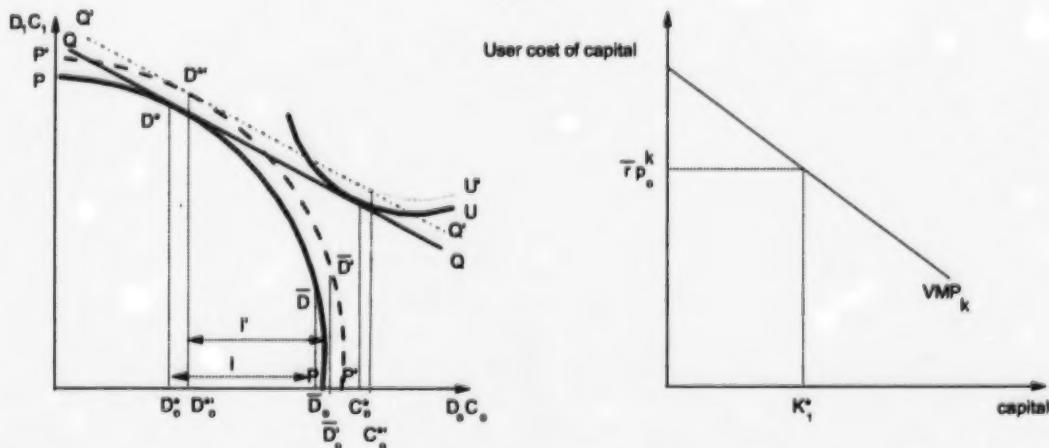
incurred. The rationale is that since direct payments are based on a past, fixed base period, producers cannot affect the size of the payment through current behaviour, and their current production decisions will only be based on market considerations.

PFC payments under the FAIR Act appear to meet the requirements of a decoupled program. The neutrality of these payments depends on the subsidy not affecting decisions at the margin. However, there are instances where such payments may not be neutral, that is there are situations where the direct payment indirectly affects the decision at the margin. In those instances where the producer faces a constrained optimization problem, the market will dictate that he behave differently with and without the constraint. A direct payment may reduce the constraints limiting a farmer's production potential and as a consequence production may increase. The companion paper introduced three examples of a direct payment relaxing a constraint and thereby increasing the optimal level of production:

- increasing returns to scale with restrictions on profit maximization;
- behavioural theories of the firm (satisficing behaviour), and;
- debt constraints.

This paper will examine the implications of the debt constraint in more detail using a model developed by Phimister (1995). With this approach, Phimister demonstrated that direct decoupled payments are not production neutral in a household production/consumption model where debt is a constraining factor. Producer decisions are based on a greater range of considerations than simply maximizing profits, and include household preferences and farm financial structure. In the absence of a debt constraint the farmer/householder optimizes in a recursive fashion where he maximizes profits first determining output and income, and then maximizes utility to allocate his lifetime consumption given a lifetime budget constraint. Compensation through a lump sum payment does not affect his profit maximizing decision. This is illustrated in figure 1 (this figure is adapted from Phimister using diagrams explained in Gravel and Rees [1981] p.p. 406-415).

Figure 1



The left-hand diagram in figure 1 shows a two-period model of inter-temporal consumption and investment decisions. The bowed curve PP is the feasible combination of cash flows¹ that the farmer can receive by varying his investment decision. The point \bar{D} is assumed to be the cash flow stream where the producer does not invest or dis-invest. The line QQ is a wealth line where higher lines will present the farmer with better consumption possibilities and increase household utility (represented by an indifference curve U). The farm's optimal investment decision (or choice of K_1) is that which maximizes the farmer's wealth (i.e., the highest attainable wealth line along PP) at point D^* . This is achieved by choosing a second period capital stock K_1^* and investing $I = p^k(K_1 - K_0)$. The right hand panel shows the determination of the optimal capital stock for the next period. The optimal level capital is determined by equating the value of the marginal product of capital with the user cost of capital (which depends on the price of capital p^k and the household's internal discount rate \bar{r}). The level of consumption in each period is determined by the ability to save or borrow. The household can increase first period consumption and move down and to the right along the wealth line QQ by borrowing. The rate at which the household can borrow is determined by the interest rate. The slope of QQ is given by $-(1+r)$. Where the indifference curve U is tangent to QQ determines the level of consumption in the first period, C_0^* , and household has to pay back $(1+r)(C_0^* - D^*)$ in the next period. The slope of the indifference curve is $(1+\bar{r})$ where \bar{r} is the household's rate of time preference (or internal rate of interest). In equilibrium the household's internal rate of interest \bar{r}^2 equals the market rate of interest, r .

The household's internal discount rate plays a pivotal role in coordinating consumption and production. It determines the marginal rate of substitution in household consumption across time while also affecting the user cost of capital.

In the situation with no debt constraint a lump sum payment shifts the farm's feasible combination of cash flows to $P'P'$. The new wealth line $Q'Q'$ is tangent to $P'P'$ and a higher indifference curve U' . Since the household's internal rate of interest \bar{r} continues to equal the market rate of interest, r , the user cost of capital remains the same and the optimal choice of capital for the next period k_1 also remains the same. The model can be solved recursively. The profit maximizing capital stock remains unchanged by the direct payment, but the household's consumption and utility increase as a result of the lump sum payment.

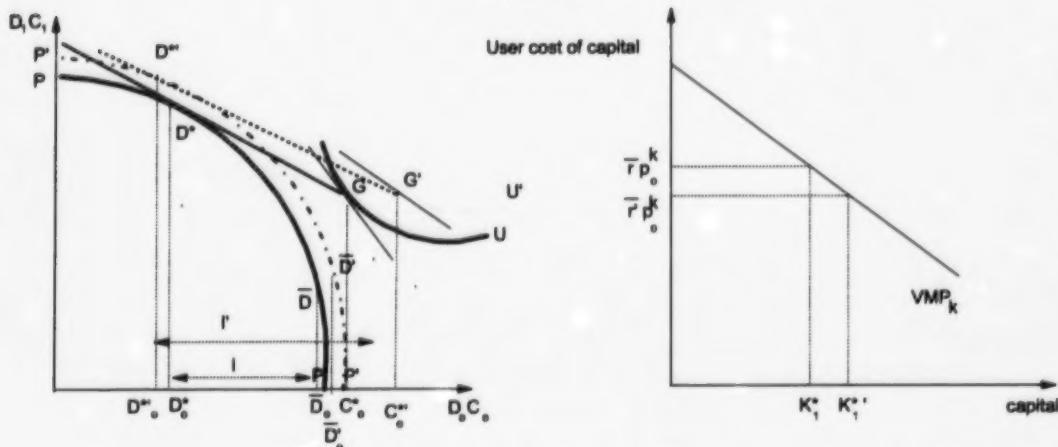
Figure 2 illustrates the impact of a debt constraint. With a debt constraint in place, the household can only borrow D^*G such that its internal discount rate \bar{r} does not equal the market rate of interest r (i.e., the indifference curve is not tangent to the wealth line D^*G). The introduction of direct payment shifts the farm's feasible combination of cash flows to $P'P'$. The direct payment relaxes the debt constraint to D^*G' and as a result the household's internal discount rate \bar{r}' declines as the tangent to the indifference curve U' becomes flatter (in absolute terms). As the household's internal discount rate declines, optimal level of capital in the next period k_1' increases, and so does production.

1. The cash flow for the two periods is:

$$D_0 = p^k(K_0) - p_k(K_1 - K_0) - 1$$

$$D_1 = p^k(K_1)$$
2. $\bar{r} = U_0/U_1 - 1$ where U_i is marginal utility with respect to consumption in period i .

Figure 2



The debt constraint increases the opportunity cost (i.e., \bar{r}' increases) of the current acquisition of capital at the expense of maximizing the utility of consumption over time. Relaxing the debt constraint decreases this opportunity cost and allows more funds to be allocated to future production. The payment which was neutral in the non-debt constrained case now increases future production.

Roberts (1997) argues that given a farmer's specialized skills and knowledge in farming, and the absence of perfect capital and information markets, significant amounts of decoupled payments are likely to be invested in the farm. So it can be argued a wealth effect alone can induce production. In a more formal sense it can be shown that, in a stochastic environment with a risk averse producer, a decoupled payment will affect production through a wealth effect (see for example Hennessy [1998] or Sandmo [1971]). If the payments are large and stable relative to market earnings, then aggregate income will be higher and more stable than if the market is the only source. For risk averse producers, a reduction in risk shifts the supply curve to the right. The reduction in risk also lowers the cost of borrowing, and this in turn may lead to more agricultural investment.

As the value of the direct payments are increased, they become capitalized into land values. The increase in land values tends to hold land in agricultural production. As the PFC payments decline, land values should decline over the longer run. The fact that not all farmers are land owners, and that not all land owners are farmers, adds to the difficulty of predicting whether direct payments will inhibit or promote adjustment of resources out of agriculture. Furthermore, the PFC payments may also become capitalized in other quasi-fixed farm-owned assets, which should also restrict the movement of productive resources out of agriculture.

Summary for Decoupled Payments

There are a number of circumstances where the neutrality of decoupled payments can be violated. For a risk averse producer, the wealth effect of decoupled payments is sufficient to change production. If the decoupled payment is structured appropriately, it can lead to a reduction in income risk which in turn leads to increased production. Also, a decoupled payment will not be neutral where the payment is sufficient to relax a constraint facing an optimizing producer. For these reasons, it is not desirable to provide open-ended support even through decoupled payments.



Chapter 2: Consumption Smoothing Programs: NISA

NISA is a voluntary farm income safety net scheme where Canadian farmers can set aside money in individual accounts which is then matched by federal and provincial government treasuries. Producers can deposit up to 3 percent of their eligible net sales¹ and receive a matching contribution (2 percent from the federal government and 1 percent from the provincial government). Producers also receive a 3 percent interest bonus, over and above competitive rates, on their contributions. The maximum net sales for the qualifying matching government contribution is set at \$250,000 per farm. A producer also has the option to contribute an additional 20 percent of net eligible sales (NES) into their account. These additional deposits are not matched by governments, but they earn the 3 percent interest bonus over and above regular interest rates. Farmers can make withdrawals from the account when their income falls below their five-year average returns after costs, or when their taxable income falls below a fixed level. The program is designed to give farmers a special rainy day savings account, which encourages savings during good years for use in poor years.

Canada has not notified NISA as complying with the WTO Agreement on Agriculture Annex 2 criteria to be exempt from domestic support reduction commitments. Yet many consider the program to be production neutral. Can the program be considered production neutral, or at best, minimally distorting? When addressing the effect of NISA on production decisions, it is necessary to ask three questions:

1. Do producers have an incentive to increase their NES in order to qualify for larger government contributions?
2. Do producers have an incentive to trigger pay-outs?
3. Is the program neutral because it is not specific to one particular enterprise?

Each of these questions will be considered in turn.

1. Eligible net sales are calculated by taking gross sales of qualifying commodities less the purchase of qualifying commodities.

Do producers have an incentive to increase sales to get larger government contributions?

The nature of the program design of NISA requires that its effect on production decisions be examined in stages. Figure 3 describes these stages.

Figure 3: Scale of Government Contributions to NISA Account



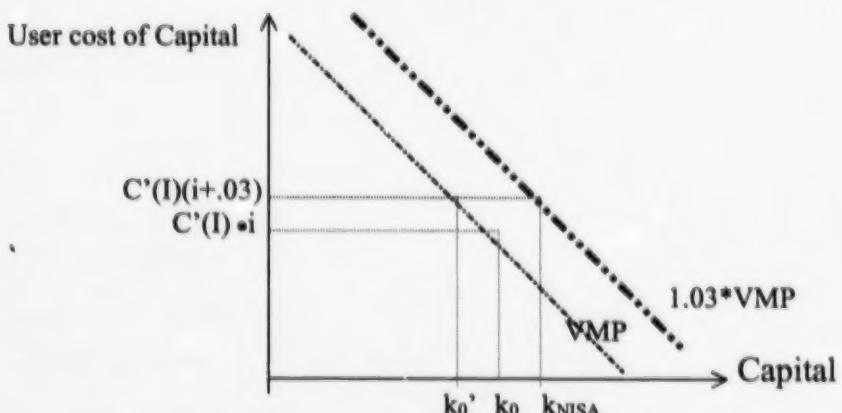
In the first stage, for contributions below 3 percent of NES, producers can increase their contributions (as percentage of NES) without increasing NES and still get more matching government payments. In the second stage at contributions above 3 percent of NES, the producer can continue to contribute up to another 20 percent of NES and receive a 3 percent interest bonus above regular interest rates, but no additional government contribution above 3 percent of NES is provided. At this second stage, the only way that the producer can earn additional government contributions is to increase NES. In stage 3, at \$250,000 in NES the government contribution is at a maximum—there is nothing that the producer can do to increase the size of the government contribution and the payment can be considered essentially decoupled.² Stage 2 is the only zone in which there is a possible incentive to increase production in order to get a larger matching government contribution. Statistics for NISA in 1995 indicate that, across all eligible commodities, the participation rate was 84 percent. The share of NISA participants with NES of \$250,000 and over was 54.5 percent. A further nine percent of the participants made contributions of less than 3 percent of NES. This suggests that roughly 30 percent of NES may fall into stage 2.

Appendix A examines the decision by a farmer in stage 2 of whether to increase production in order to increase government NISA contributions. This analysis examines the farmer's decision within a dynamic household production model. The model looks at the problem as a savings-consumption decision and examines the portfolio allocation between real assets and savings. To facilitate the analysis, a very simple model is employed where a farmer is assumed to produce one output with one input capital (or real assets). The farmer has to make a decision whether to invest in capital equipment, to increase output in future periods, or to save the money. NISA is assumed to be the farmer's only savings instrument. Increased investment comes with the benefit of future increased government NISA contributions but also comes at an opportunity cost of current reduced savings. The 3 percent interest rate bonus of the NISA program increases the opportunity cost of forgoing current savings. The decision to expand savings comes at the expense of acquisition of real assets and the potential that future production may decline.

2. Farmers may be able to increase contributions by splitting the farming operation among family members because of the \$250,000 cap. In this way, the effective level of decoupling actually may be \$500,000 or higher. This consideration is not taken into account in this analysis.

The model's decision rule for additional real assets, in a steady state, is that the marginal value of additional capital has to be greater than the user cost of acquiring additional capital (user cost of capital). NISA has two opposing effects on this decision rule: the matching contribution adds 3 percent to the value of the marginal product of capital; however, the 3 percent interest rate bonus increases the opportunity cost of purchasing capital equipment versus holding the funds in the bank. This is illustrated in Figure 4.

Figure 4



In figure 4 $C'(I) \cdot i$ is the user cost of capital (which can be thought of as the price of capital times the market rate of interest). In the absence of NISA, the optimal capital stock would be determined where the user cost of capital, $C'(I) \cdot i$, equals the value of the marginal product of capital, VMP. The introduction of NISA increases the opportunity cost of capital by the interest rate bonus of 3 percent, so that the optimal capital stock declines to k_0' . The matching government contribution, at 3 percent of NES, increases the profitability of investment in the capital good so that the VMP curve shifts to the right by $1.03 \cdot VMP$. This effect increases the amount of desired capital and enhances production. Figure 4 is drawn so that the shift in the VMP exceeds the increase in the opportunity cost of capital. This may not always be the case and, if the increase in the opportunity cost of capital exceeds the increase in the VMP as a result of matching government contributions, then capital may decline and so would future production.

Whether or not NISA increases production comes down to whether 0.03 times the value of the marginal product of capital exceeds the size of the NISA interest rate bonus.³ Production may decline when the interest rate bonus is greater than 0.03 times the value of the marginal product of capital.⁴ Given the relatively small share of production occurring in stage 2, the off-setting effects as described above, and the multifaceted nature of the program which

3. It should be noted that NISA raises the opportunity cost of capital for all three stages (at the margin for stages 1 and 2, and infra-marginally for stage 3). The opportunity cost is the highest at stage 1, because of the foregone matching contribution.
4. The possibility that producers could purchase commodities to resell and thereby increase government contributions has been anticipated in the program design so that the determination of NES is calculated as gross sales less the purchases of qualifying commodities.

blurs the incentives to increase NES, the production enhancing effects of NISA should be minimal. Certainly, the production effect of NISA relative to that of other safety net programs, is much smaller.

Do producers have an incentive to trigger pay-outs?

The second issue is whether producers can change their behaviour to trigger a pay-out. Since producers individually have no influence over price, the only determinants of net income that they can affect are yields and the use and timing of the purchase of inputs.⁵ Producers will have access to all the funds in the NISA account at some point in their lifetime... most likely at retirement. The question of when the monies should be withdrawn is determined by the participant's time preference for consumption. If the producer/consumer values current consumption much more than future consumption then there will be an incentive to trigger early withdrawals.

Whether households/producers choose a pattern of consumption that rises, stays constant, or falls over time will depend on the following relationship:

$$\dot{X}/X = \sigma \bullet [(i+s) - \rho]$$

The left-hand term in this expression is the proportionate change in household consumption over time. The term σ is the elasticity of inter-temporal substitution between consumption, at different time periods, which measures the willingness of households to accept deviations from a uniform pattern of consumption over time. The term $[(i+s) - \rho]$ is the difference between the augmented market rate of interest and the household's rate of time preference (i.e., household's subjective rate of interest). For the consumer to value current consumption much more than future consumption, the left-hand term has to be negative. Since σ is positive, in order for $[(i+s) - \rho]$ to be negative then $\rho > (i+s)$. The 3 percent interest rate subsidy decreases the possibility that the producer/consumers rate of time preference is greater than the NISA bonus augmented interest rate. The more likely event is that producers will treat NISA as an RRSP and leave monies in the account even if the funds have been triggered to be eligible for withdrawal. Indeed the empirical evidence on NISA withdrawals supports this claim because participants are not withdrawing funds when they are triggered.

Does General Availability make NISA more neutral?

We have seen that in order for NISA to induce production, the farmer must already be making the maximum contribution eligible for government matching (i.e., he must be in stage 2). Furthermore, the incremental increase in the value of the marginal product of real assets (capital) must be greater than the addition to the opportunity cost of capital as a result of the NISA program. Given these considerations, there is another aspect of the program which influences resource allocation. NISA is a whole farm program (with the exception of supply managed products)⁶. This has implications in both economic terms and in trade law.

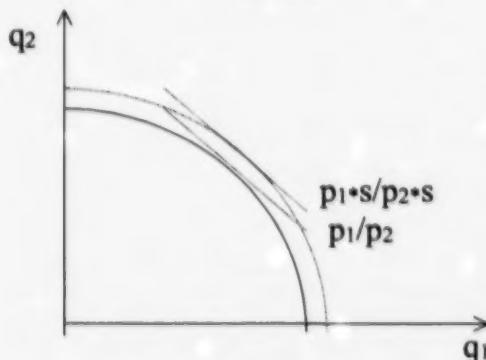
5. It should be noted, that NISA could motivate the producer to reduce production in order to trigger a pay-out.

6. However, to the extent that supply managed farmers participate in NISA through their other operations, the presence of a production quota could mitigate any cross commodity effects from NISA into the supply managed sector.

Appendix B deals with the multi-commodity aspects of NISA. In this appendix, NISA is treated as a subsidy which is $x\%$ of total revenues. This subsidy is net of the effects considered above so that $x\%$ is the true subsidy element of the NISA program. The effect of this net subsidy element on production when more than one good is involved depends on the firm's cost structure. Consider the two-product case. If the two products are non-joint (that is the production of one product does not affect the production of other products) then the effect of the subsidy will be the same as in the single good case. The subsidy will increase the production of both goods. With joint production the impact of the subsidy will depend on the cross effects of output changes on the firm's cost function. The cost function can exhibit complementaries, substitutability or non-jointness. An example of cost complementaries would be a situation where NISA allows a crop producer to reallocate his portfolio, invest in a larger tractor or better equipment to lower his costs and as a result produce more of all crops. Cost complementaries can also be thought of as economies of scope. With cost complementaries the effect of the subsidy will unambiguously increase the output of all goods. With cost substitutability the effect of the subsidy can be partially (or fully) cancelled out across commodities. With perfect substitutability between outputs (for example the linear land constraint imposed in Chapter 3) the effect of equal subsidies to each product will cancel each other out.

Figure 5 provides some intuition about the effect of cost complementaries. The figure represents the farmer's transformation function (i.e., production possibility frontier) which shows the trade-off in production between outputs q_1 and q_2 . The effect of cost complementaries (economies of scope) can be thought of as shifting the farm's transformation function outwards (to the dashed line). When a common subsidy, s , is applied to both products relative prices, p_1/p_2 , remained unchanged (since both the denominator and the numerator are multiplied by s), but the farmer achieves a higher level of output for both products as a result of the subsidy, s .

Figure 5



Can Canadian agriculture be characterized with economies of scope? There is relatively little empirical evidence on which to base a conclusion. Those farms, which consist entirely of crop enterprises, are most likely to exhibit cost substitutability so that the effects of an equal subsidy tend to cancel out across crops. A mixture of livestock and crop production raises the possibility of scope economies. Kunimoto (1983) rejected cost complementaries between field crops and livestock for Canadian agriculture. However, this does not rule out potential

economies of scope for small mixed farming operations. Chavas and Aliber (1993) examined the production technology of Wisconsin farmers and found that most farms exhibit substantial economies of scope, but that such economies tend to decline sharply with the size of the enterprises. If economies of scope are limited to relatively small-scale enterprises, the potential for a distortion in aggregate production is limited. Therefore, general availability should make NISA more production neutral.

Summary for NISA

NISA is conceptually a difficult program to model because of the many facets of the program. The complexity of the program also likely limits the potential that producers will freely exploit the program to maximize government contributions. Although the matching government contributions create an incentive to take advantage of the program for government payments, the program also increases the opportunity cost of productive assets which has a dampening effect on production. The production neutrality of NISA may be enhanced because the program is generally available across productive activities. However, this neutrality may be compromised where economies of scope in joint production occur.

Chapter 3: Production Limiting Programs: EU Compensatory Payments

In its 1995/96 (marketing year) notification for domestic support, the European Union reported 20.8 billion ECU of production-limiting direct payments which are exempt from reduction commitments under the "blue box" (Article 6:5) of the Agreement on Agriculture¹. The payments consist of 15.6 billion in arable crops compensatory payments and 5.2 billion in headage payments for livestock. This paper will only consider the potential impact on production of the arable crop payments.

The 1992 reform of the CAP represented a shift in emphasis from market price support to direct support of the producer. The most significant component of CAP reform concerns the grains and oilseeds sector. The target price level was reduced by almost 30 percent. Individual producers were compensated through direct compensatory payments, which equal the difference between the 'reference price for aid'² and the reduced price. The payment is conditional upon a set aside.³ The set-aside condition only applies for commercial producers. Producers who grow less than 92 tonnes (which for a Community average yield of 4.6 tonnes/ha equals approximately 20 hectare holdings) are exempt from the set aside and receive direct compensatory payments. Crops which are grown for industrial use are also exempt from the set aside restrictions.

Per hectare compensation payments are based on a fixed ECU value times a fixed historic regional yield. The fixed per hectare payment effectively decouples the payment from yield.⁴ A producer cannot affect the size of his payment by changing yields and therefore has no incentive to expand yields beyond what market conditions would dictate. However, the choice of crop mix is still influenced by the size of the payment since payments for cereals,

1. Special temporary exemption category which requires that the amount of payments be based on fixed area and fixed yields, or a fixed number of livestock. The payment cannot exceed 85 percent of base levels.
2. This is the July 1991 buying-in price of 155 ECU which is 94 percent of the intervention price. By 1996, the target price was reduced to 110 ECU with a compensation rate of 45 ECU.
3. The size of the set-aside has varied over time ranging from 15% for rotational land in 1993/94 and 1994/95, to 5% in 1997/98.
4. This argument has been made by a number of authors including Sarris (1992 p.43), Josling (1994, p516), Guyomard et. al. (1996 p. 402).

oilseeds, and protein crops differ. The per hectare payment for cereals is 54.34 ECU/t times average historic yield; the protein crop payment is 78.49/t ECU times average historic yield; and the oilseed payment is 433.5 ECU per hectare.⁵ In addition, a compensation payment of 69.83 ECU/t multiplied by the regional cereals reference yields is paid on land which has been set-aside.

There have been several different studies which examine the impact of the per hectare compensation payments on crop mix (see Guyomard et. al. [1996] and Cahill [1997]). Each of these studies has shown that the per hectare compensation payments do have an effect on crop mix. However, since the primary purpose of these studies is to examine the overall impact of CAP reform on EU cropping patterns, it is not easy to separate the effects of price reductions and land set-asides from the impact of the compensatory payments. Therefore, a model of a very simplistic stylized version of the CAP has been developed for the purpose of this paper.

The following analysis attempts to isolate the effect of per hectare compensation payments on cropping decisions by developing a simple model of a producer who grows two types of crops: cereals (c) and oilseeds (o). The producer receives a fixed per hectare compensation payment, s_i , for each crop type which are independent of yields and specific to each crop. The producer is a price taker in the output and variable input markets. The producer's problem is to select the level of variable inputs, x_i , for each of the crop types (one variable input for each crop type is assumed in order to avoid jointness in production aside from a land constraint), and to allocate total land holdings ($H-G$)⁶ among these crops. Total area is fixed at H and h_i is the area planted to crop i . The set-aside premium per hectare is g and the total land set aside is G . The production function by crop type is $f(h_i, x_i)$. Since production is equal to area times yield, $h_i \cdot y_i$, yield is defined as $y_i = f(h_i, x_i)/h_i$.

The producer's optimization problem is solved in Appendix C. The first order condition are described below after the first and second equations have been combined.

$$\begin{aligned} p_c \partial f^c / \partial h_c + s_c &= p_o \partial f^o / \partial h_o + s_o \\ p_c \partial f^c / \partial x_c - w_c &= 0 \\ p_o \partial f^o / \partial x_o - w_o &= 0 \\ H - G - h_c - h_o &= 0 \end{aligned}$$

The first equation states that the producer will assign the mix of land such that, profitability of a hectare of cereals, plus the per-hectare payment, will equal the profitability of a hectare of oilseeds plus the oilseeds per hectare payment. The first thing to note from this equation is that if the compensation payment s_i were not specific to a crop type, cereals or oilseeds, then the subsidy would cancel out. The next two equations equate the value of the marginal product of the variable inputs for each crop type, to the price of the inputs. The absence of the compensation payment s_i from these equations implies that input use, and hence yields, are

5. Revenue per hectare from these payments is 250 ECU/ha for cereals, 361 ECU/ha for protein crops, and 433.5 ECU/ha for oilseeds (which may be reviewed during the marketing year).
 6. Where H is total hectares of arable land less G hectares of set-aside area.

independent of the payments. The final equation repeats the constraint on the total use of land. The other thing to note from these equations is that the set-aside premium per hectare, g , does not enter the producer's area allocation decision.⁷

For crops within the cereals grouping, such as wheat and barley, the per hectare compensation payments are the same and the effect on cropping mix should be neutral. The reform proposed in 1998 in Agenda 2000 proffers a non-crop specific area payment to be established at 66 ECU/t (multiplied by the regional cereal's reference yields of the 1992 reform). However, exceptions are still to exist for protein crops with a supplementary aid to be established at a level of 6.5 ECU/t "in order to preserve their competitiveness with cereals" and the current supplements for durum wheat will be retained.

The neutrality of non-crop specific payments is a direct result of the land constraint, which imposes interdependence in production (i.e., joint production). As we have seen previously in Chapter 2, non-jointness in production would imply non-neutrality of the non-crop specific payments. Does a joint production technology hold for European grains and oilseeds production? Is the assumption of a land constraint appropriate for individual producers in the European Union? And are there other reasons for jointness in production other than the land constraint and what are the implications for production? While no individual may face a land constraint, there is an aggregate land constraint on a regional or community wide basis.⁸ Furthermore, regional expenditure constraints will play the same role as the land constraint in the optimization problem and will result in the neutrality of non-crop specific payments. Jointness in production will not always lead to the neutrality for non-crop specific payments when the jointness arises for other reasons besides a linear land constraint. For instance, if there are economies of scope⁹ in the production of the different products, any assistance will increase the production of all products (Appendix B provides the details).

In order to determine the effect of s_c and s_o on the crop mix decision, it is necessary to do comparative statics on the first order conditions.¹⁰ The results of this analysis are as expected: an increase in s_c increases the area allocated to h_c and decreases the area allocated to competing crops (provided that the production functions of both crops are concave).

Other practical considerations arise out of the European experience. Although regional base yields are set on a historic basis, they could be subject to future changes. So, if producers believe they can influence future regional base yields by increasing their current yields, the decoupling will not be effective. While this may not be a practical issue for the EU system of compensatory payments, a similar problem could arise for the US FAIR Act transition

7. This is a result of treating the set-aside as an exogenous amount. A more realistic approach would be to account for the fact that voluntary set-aside exists as well. If the level of set-aside, G , is endogenous, producers will set aside land until the per unit payment g equals the shadow value of the constraint λ .
8. The land constraint may not hold as an equality, as in our optimization problem, for there is reason to believe that land will not be held in agricultural production because of high opportunity costs for alternative uses. Furthermore, extensification payments for beef production and voluntary set-asides may draw land out of the production of cereals and oilseeds.
9. Economies of scope imply that two products can be produced together more cheaply than each can be produced independently.
10. See Appendix C for details.

payments which are based on individual yields. Decoupling will not hold whenever current producer reactions affect how future programs are developed and thereby affect the pay-outs that the producer will receive in the future.

A second issue surrounding EU compensation payments is that production is required to receive the payment. There are those that believe EU production would decline if continued farming were not required for compensation payments. This will only hold if the next best alternative for the land is non-agricultural or fallow. If the next best alternative is agriculture based and the land changes ownership to a more efficient producer, then output could increase. Ireland, France, Germany, and Finland impose restrictions on non-farmers from acquiring agricultural land. Denmark and France impose restrictions on maximum farm size.

Summary for EU Compensatory Payments

In summary, the European Union's program of arable compensation payments affect cropping patterns but do not appear to induce extra yields. The neutrality of the program, with respect to yields, depends upon the producer not being able to affect the size of his pay-out. If the producer anticipates that future extensions to the program will depend on his current behaviour, extra yields may be induced. The program is not neutral in the sense that pay-out also depends on the continuation of farming. The requirement to continue farming will lead to long-term increases in production if yields grow over time. Although the compensation payments are decoupled from yields, they still affect production decisions and producers, for the most part, still do not respond to market signals.

Chapter 4: Program Comparison

The previous analysis is somewhat contrived in that each program is assigned particular characteristics that all three programs probably share. The criticisms of decoupled payments also apply to EU compensatory payments and even to some extent to NISA. To the extent that each program reduces risk, it induces production. The wealth effect for a risk averse (expected utility of profits maximizing) producer will also induce production.

Of the three programs discussed, only NISA is a whole farm program, which addresses both livestock and crop production. The EU compensation payments are the most targeted because different subsidy levels apply to different crop groupings. In nominal terms, the U.S. FAIR Act contract payments are tied to specific crops through a historic base, but in real terms, the producer is free to choose any form of agricultural activity and still receive the contract payment. In general, the more broadly based the support is applied across activities, the more neutral the program. The only exception is where all the farm's enterprises exhibit economies of scope. Although this criticism could be directed at NISA, the effects should be limited because the limits on government-matched payments should preclude this economies of scope effect. The economies of scope effect would also be applicable to EU compensation payments even if the same payment applies to all activities.

The fact that a lump sum payment can affect production decisions for debt constrained farmers is more likely to apply in the case of small farms. To the extent that there are more small farms in the EU, this may present more of a problem in Europe. The government transfer provided by NISA should not be of much assistance in reducing debt constraints, for the savings aspect of the program increases the opportunity cost of expansion of productive assets.

The analysis presented above shows that none of the three programs is completely neutral. However, the green box criteria only require that a program have minimally trade or production distorting effects. Programs that are intended to redistribute income should comply as closely as possible with the principle of a lump sum transfer.¹ Programs which are intended to correct for market failures should attempt to correct for the underlying market failure. In a

1. See the companion paper J. Rude (1999) "Green Box Criteria: A Theoretical Assessment" for a fuller discussion of the role of lump sum transfers as a method of redistributing income.

practical sense, it is not usually possible to correct for a market failure at source or to transfer income in a completely neutral manner. Given these practical realities, the best type of government intervention minimizes the amount of discretionary power left to the individual so that they may not change their behaviour in order to take advantage of the intervention. The rules of thumb, which can be used to minimize the chance that individual agents will change their behaviour to take advantage of the government intervention, include:

- The intervention should take place after the individual has made a production decision.
- If the intervention is not targeted at one specific sector there is less chance for distortions, as market considerations should still determine the allocation of resources among sectors.
- If the individual is partially responsible for correcting for the failure there should be less incentive for individuals to change their behaviour in a manner unintended by the government.

The following table organizes each of the three programs in terms of these considerations:

Table 1: Program Characteristics

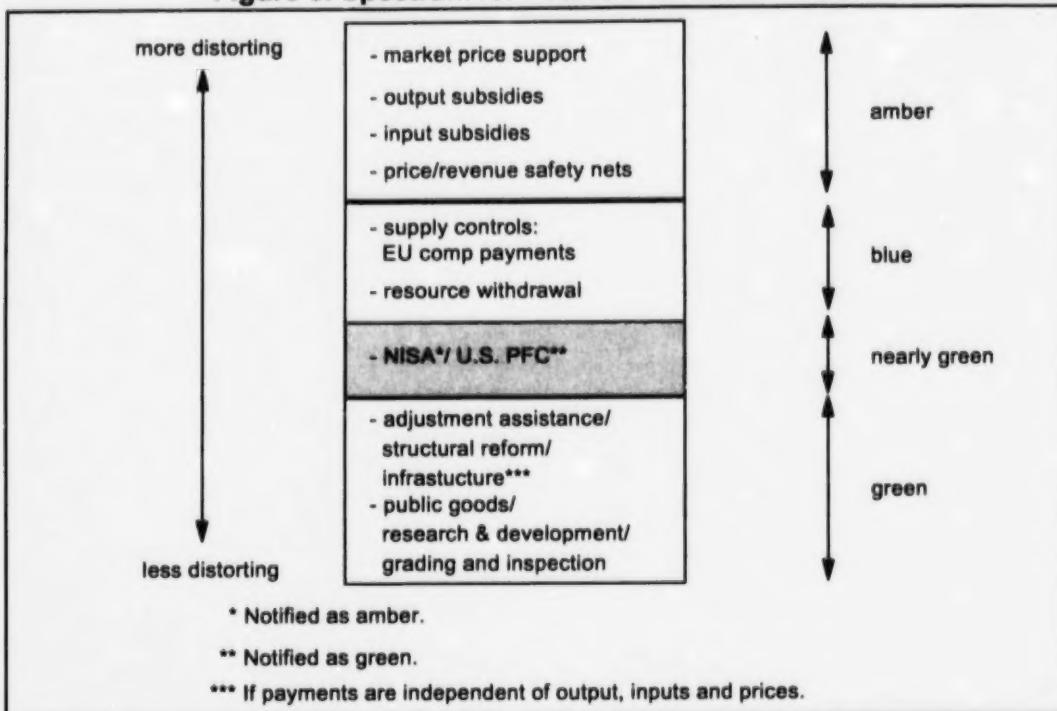
	Commodity specific	Recipients contribute	Ability to foresee payment	Payment criteria fixed	Off-setting Effects	Wealth Effects	May relax debt constraint
EU Comp. Payment	Targeted to crop types	No	Yes, choice of crop mix determines payment	No, can affect payment by choice of crop type	Limited—though land set aside	Yes	Yes
NISA	Generally available (crops, hogs, cattle, horticulture)	Yes	No, trigger provides ex post payout	Limited possibility to affect gov't. payment (if in Stage II)	Yes	Yes	Yes
U.S. PFC Payment	No, but past crop production is required	No	Yes, perfect foresight	Payment is fixed/not able to affect size of pay-out	No	Yes	Yes

Chapter 5: Program Classification

While no support program can ever be considered completely production neutral, some programs can be more distorting than others. From a practical perspective, governments have to consider certain trade-offs when designing programs. The program must be politically acceptable and administratively feasible. The program should be flexible enough to meet the specific needs of the individual country or region. These considerations will limit a government's scope for designing non-distorting programs. Given the practical limitations of designing non-distorting programs, there are certain prerequisites for an acceptable program. First, rents should accrue to producers and not to factors of production. Each of the three programs will result in a certain degree of capitalization of rents in fixed factors. The effect for NISA should be less than for the other two programs because the money is less easy to get at. Second, there should be financial ceilings for program expenditures. The large financial transfers involved in both the U.S. PFC payments and the EU compensatory payments may be problematic. Even if the programs such as the U.S. PFC payments are mostly neutral, the impacts of small effects can become greatly magnified when spread over a large program expenditure. Recently, the U.S. has provided "market loss" payments which are equal to fifty percent of 1988 PFC payments in compensation for the perceived farm crisis. The provision of this ad hoc support draws into question the neutrality program if participants can receive additional support on demand.

During the Uruguay Round negotiations, several authors (Miner and Hathaway [1988] and the IATRC [1990]) attempted to categorize domestic support policies on a subjective evaluation of their ability to distort trade. The following continuum, shown in figure 6, draws on the earlier categorization work and adds insights derived from this paper.

Figure 6: Spectrum for Potential to Distort Trade



It is difficult to assign NISA a precise spot within the green part of the spectrum. The program cannot be unconditionally declared neutral, because additional government contributions can be obtained through additional sales. But there are offsetting effects to this incentive effect. Moreover, the level expenditure is small, and the complexity of the program helps mitigate the incentive effects. The U.S. PFC program is also difficult to categorize although it is cleaner than NISA purely in terms of incentive effects. The biggest concerns with the program are the large dollar amounts of the payments, the expectation that production now may be required for a future generation of the program, and the recent use of the program to provide additional ad hoc transfers to producers. The EU compensatory payments clearly cannot be considered green in their current form.

Although green box programs are more benign than other forms of support, it is clear that large ongoing payments, by the amount of their size and permanence, attract or keep resources in agriculture. As the green box becomes a more popular avenue for governments to provide domestic support, the size of the expenditure envelope will expand and the potential for distortions will increase accordingly. Moreover, although programs may be designed to be production neutral, they are not always so in practice. Even though a program may be only marginally distorting, large program expenditures may turn a small distortion into a big impact. This raises the need for a cap on total green box spending, possibly combined with a cap on each element of the green box.

References

Becker, T. 1991. The optimal seasonal pattern of EC exports—the case of wheat. *European Review of Agricultural Economics*. 18: 103-115.

Bourgeon, M., and Y. Le Roux. 1996. Tenders for European cereal export refunds: a structural approach. *European Review of Agricultural Economics*. 23: 5-26.

Cahill, S. 1997. Calculating the rate of decoupling for crops under CAP/oilseeds reform. *Journal of Agricultural Economics*. 48: 349-378.

Chavas, J.P., and M. Aliber. 1993. An analysis of economic efficiency in agriculture: a non parametric approach. *Journal of Agricultural & Resource Economics*. 18 (1): 1-16.

Chavas, J.P., and M. Holt. 1990. Acreage decisions under risk: the case of corn and soybeans. *American Journal of Agricultural Economics*. pp. 529-538.

Gravel, H., and R. Rees. 1981. *Microeconomics*, Longman.

Guyomard, H., M. Baudry, and A. Carpentier. 1996. Estimating crop supply response of farm programmes: application of the CAP. *European Review of Agricultural Economics*. 23: 401-420.

Hathaway, D.E., and W. Miner. 1988. Reforming world agricultural trade. *Institute for International Economics*.

Hennessy, D. 1998. The production effects of agriculture income support policies under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*. 80: 46-57.

IATRC. 1990. Re-instrumentation of agricultural Policies. Commissioned paper No. 6. University of Minnesota, Department of Applied Economics. International Agricultural Trade Research Consortium. St. Paul, Minnesota.

Josling, T. 1994. The reformed CAP and the industrial world. *European Review of Agricultural Economics*. 21: 513-527.

Kamien, M., and N. Schwartz. 1991. *Dynamic optimization, the calculus of variations and optimal control in economics and management*. 2nd edition. Amsterdam, North Holland.

Kunimoto, R.C.K. 1983. A multiproduct technology for Canadian agriculture (unpublished). M.A. thesis. University of Alberta, Department of Economics.

Lansink, A., and J. Peerlings. 1996. Modelling the new EU cereals and oilseeds regime in the Netherlands. *European Review of Agricultural Economics*. 23: 161-178.

Merton, R. 1970. Optimal consumption and portfolio rules in a continuous-time model. *Journal of Economic Theory*. 3: 37-413.

Phimister, E. 1995. Farm household production in the presence of restrictions on debt: theory and policy implications. *Journal of Agricultural Economics*. 46: 371-80.

Roberts, I. 1997. Australia and the next round of multilateral negotiations for agriculture. ABARE. Research Report 97.6. Canberra.

Rude, J. 1999. Green box criteria: a theoretical assessment. Working paper, Trade Research Series. Agriculture and Agri-Food Canada. Ottawa.

Sandmo, A. 1971. On the theory of the competitive firm under price uncertainty. *American Economic Review*. 61: 65-73.

Sarris, A. 1992. Implications of EC integration for agriculture, agricultural trade, and trade policy. Prepared for the 31st European seminar of the European Association of Agricultural Economists. Frankfurt, Germany.

Tielu, A. and I. Roberts. 1998. Farm income support: implications for gains from trade of changes in methods of support overseas. ABARE. Current Issues No. 98.4.

Tsur, Y. 1995. Supply and welfare effects of income stabilization programs: NISA versus NTSP. Prepared for Policy Branch, Industry Performance and Analysis Directorate, Agriculture and Agri-Food Canada.

Tweeten, L., and C. Zulauf. 1997. Public policy for agriculture after commodity programs. *Review of Agricultural Economics*. 19: 263-280.

Appendix A

Since NISA is a savings instrument, I have chosen to consider the program in a savings-consumption framework. Initially consider a producer who views the future with certainty and has a choice between current consumption and conventional savings (no special NISA program is in place). The producer maximizes utility, u , by allocating consumption of x over time subject to an income constraint. Savings (the difference between current income $Pf(k)$ and current consumption x) are invested in either real assets, k , or bonds, B . His optimization problem is:

$$\begin{aligned} \max_x \int_0^T e^{-\rho t} u(x(t)) dt \\ \text{s.t. } \dot{B} &= P \cdot f(k(t)) - C(I(t)) - x(t) + B(t) \cdot i \\ \dot{k} &= I(t) - \delta \cdot k(t) \\ k(0) &= \bar{K} \quad k(T) \geq 0 \\ B(0) &= \bar{B} \quad B(T) \geq 0 \end{aligned}$$

where:

- $x(t)$ = consumption at time t
- $I(t)$ = investment in real assets at time t
- $C(I(t))$ = cost of acquiring real assets at time t
- $k(t)$ = capital stock at time t
- $B(t)$ = bond account balance at time t
- i = interest rate on bonds
- ρ = farmer's personal discount rate or time preference
- P = output price
- $f(k)$ = production function
- δ = depreciation rate on capital

The variables with bars on top are initial capital stocks and initial bond balances at time period 0. The variables with dots on top are time derivatives and represent the change in the stock variables between periods. This problem can be written as a control problem with a current value Hamiltonian H_c . The discounting factor has been incorporated into the co-state variables so they are current value multipliers. The time subscripts are suppressed below.

$$H_c = U(x) + \lambda_B [P \cdot f(k) - C(I) - x + B \cdot i] + \lambda_k [I - \delta \cdot k]$$

The principle marginal conditions are:

- (1) $\partial H_c / \partial x = U'(x) - \lambda_B = 0$
- (2) $\partial H_c / \partial I = -\lambda_B C(I) + \lambda_k = 0$
- (3) $\dot{\lambda}_B = -\partial H_c / \partial B + \rho \lambda_B = -\lambda_B i + \rho \lambda_B$
- (4) $\dot{\lambda}_k = -\partial H_c / \partial k + \rho \lambda_k = -\lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} + \lambda_k \delta + \lambda_k \rho$
- (5) $\dot{B} = Pf(k) - C(I) - x + B \cdot i$
- (6) $\dot{k} = I - \delta \cdot k$
- (7) $\lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$
- (8) $\lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$

The term U' is the derivative of the utility function with respect to consumption. Equations 1 and 2 can be differentiated with respect to time and the resulting rates of change, $\dot{\lambda}_i$, and the definitions of λ_i from equations 1 and 2 can then be substituted into equations 3 and 4.

$$(3') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot (\rho - i)$$

$$(4') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (\delta + \rho) - U'(x) P \frac{\partial f}{\partial k}$$

Equations 3' and 4' can be re-arranged so that \dot{x} and \dot{I} are on the left hand side. We now have a system of four differential equations (3', 4', 5 and 6) and four dot variables (k , B , x and I) which can be solved. However, without explicit information on functional forms, this system of equations is difficult to solve and interpret. In order to aid in the interpretation, consider the steady state solution where each of the dot variables: k , B , x and I are set to zero. Equations 3' and 4' become:

$$(3'') \rho = i$$

$$(4'') P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + \rho) \cdot C(I)$$

So in a steady state equilibrium, the market rate of interest will equal the farmer's time preference rate. Capital is acquired to the point where the value of the marginal product is equal to the user cost of capital.

In the next step, we will consider government contributions to NISA and the subsidized interest rate. For the time being, we will abstract from stochastic revenues and the mechanism which triggers NISA pay-outs. Government contributions can be up to three percent of eligible net sales. To account for these contributions, the equation of motion for bonds is augmented by the term $0.03 \cdot P \cdot f(k)$. This assumes that producers adjust their NISA accounts to

maximize government contributions¹. The interest rate on NISA holdings is assumed to be the market rate of interest for bonds, i , plus a subsidy, s . The revised current value Hamiltonian is:

$$H_c = U(x) + \lambda_B [P \cdot f(k) - C(I) - x + B \cdot (i + s) + 0.03 \cdot P \cdot f(k)] + \lambda_k [I - \delta \cdot k]$$

The revised principle marginal conditions are:

$$(9) \partial H_c / \partial x = U'(x) - \lambda_B = 0$$

$$(10) \partial H_c / \partial I = -\lambda_B C'(I) + \lambda_k = 0$$

$$(11) \dot{\lambda}_B = -\partial H_c / \partial B + \rho \lambda_B = -\lambda_B (i + s) + \rho \lambda_B$$

$$(12) \dot{\lambda}_k = -\partial H_c / \partial k + \rho \lambda_k = -\lambda_B [P \frac{\partial f}{\partial k} + 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k}] + \lambda_k \delta + \lambda_k \rho$$

$$(13) \dot{B} = Pf(k) - C(I) - x + B \cdot i$$

$$(14) \dot{k} = I - \delta \cdot k$$

$$(15) \lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$$

$$(16) \lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$$

As with the first optimization problem, equations 9 and 10 can be differentiated with respect to time and the resulting rates of change, $\dot{\lambda}_i$, and the definitions of λ_i from equations 9 and 10 can then be substituted into equations 11 and 12.

$$(11') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot (\rho - i - s)$$

$$(12') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C'(I) \cdot (\delta + \rho) - U'(x) \cdot 1.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k}$$

Again, we have a system of four differential equations (11', 12', 13 and 14) and four dot variables (k , B , x and I). And again, in order to aid in the interpretation, we consider the steady state solution where each of the dot variables: k , B , x and I are set to zero. Equation 3" becomes 11" so that now $\rho = i + s$ which can be substituted into equation 12'.

$$(12'') 1.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + i + s) \cdot C'(I)$$

Equation 12' can be compared to equation 4" to gauge the impacts of NISA with matching government contributions and an interest rate subsidy.

NISA :

$$1.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + i + s) \cdot C'(I) ; P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + i) \cdot C'(I)$$

No Program :

1. I have set the problem up in an alternative manner with a separate NISA investment variable and a Lagrange constraint where $0.03 \cdot P \cdot f(k) \geq$ NISA investment. However, this optimization problem produces the same results as shown in the text.

The matching government contribution increases the value of the marginal product of real assets, increasing the amount of capital which is employed in the steady state, and thereby increasing the level of production. However, there is a counteracting effect through the interest rate subsidy which increases the opportunity cost of investing in real assets. A complete answer requires a simultaneous solution to the four differential equations (11', 12', 13 and 14) which can then be compared to the solution to equations 3', 4', 5, 6.

To this point we have not considered the possibility that revenues may be uncertain. The introduction of stochastics does not allow us to set up the usual optimal control problem. It controls simplifies the stochastic structure of the model and finds optimality conditions using a stochastic calculus.

The stock equations are modeled as stochastic differential equations:

$$ds = g(t, s, c) dt + \sigma(t, s, c) \cdot dz$$

Where: s = state variable

c = control variable

dz = increment of the stochastic process z that obeys Brownian motion

The term $g(t,s,c)$ is the expected change in the state variable, or in our case, the expected change in bond accumulation. The term $\sigma(t, s, c) \cdot dz$ is the unexpected change in the state variable. The term z follows a Wiener process and $E(dz(t)) = 0$, $E(dz(t)^2) = dt$, and $E(dz(t) \cdot dz(\tau)) = 0$ (where time $t \neq \tau$). So the variance of the state variable, s , is equal to $\sigma(s)^2 dt$.

For our simple savings consumption decision, we will follow an example developed by Merton (1971) as described in Kamien and Schwartz (1991 p.p.269-270). Net revenues, $P \cdot f(k)$, are stochastic and can either take on a low state, l , or a high state, h . The low state is expected to occur with probability α , and the high state is expected to occur with probability $(1-\alpha)$. The expected value and variance of net revenues are:

$$\begin{aligned} E[P \cdot f(k)] &= \alpha \cdot P \cdot f(k) \cdot l + (1-\alpha) \cdot P \cdot f(k) \cdot h \\ E[P \cdot f(k) - E(P \cdot f(k))]^2 &= [P \cdot f(k)]^2 \cdot [1 - \alpha \cdot l - (1-\alpha) \cdot h]^2 = P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2 \end{aligned}$$

The change in bonds is given by:

$$dB = [\alpha \cdot P \cdot f(k) \cdot l + (1-\alpha) \cdot P \cdot f(k) \cdot h - C(l) - x + B \cdot i] \cdot dt + P \cdot f(k) \cdot \sigma [P \cdot f(k)] \cdot dz$$

The change in the capital stock is assumed to be non-stochastic. The current value Hamiltonian (which parallels Bellman's equation as described on page 270 of Kamien and Schwartz) is:

$$\begin{aligned} H_c &= U(x) + \lambda_b [\alpha \cdot P \cdot f(k) \cdot l + (1-\alpha) \cdot P \cdot f(k) \cdot h - C(l) - x + B \cdot i] + \lambda_k [I - \delta \cdot k] \\ &+ 1/2 \cdot \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2 \end{aligned}$$

The additional term in the current value Hamiltonian is analogous to the adjustment for risk preferences which is found in a static expected utility-maximization framework. The term λ_{BB} is the second derivative of the utility function with respect to bonds, U'' , which is expected to be negative. The agent is therefore risk adverse. If $U'' = 0$, the agent would be risk neutral and the optimization would be the same as above.

The principle marginal conditions are:

$$(17) \partial H_c / \partial x = U'(x) - \lambda_B = 0$$

$$(18) \partial H_c / \partial I = -\lambda_B C(I) + \lambda_k = 0$$

$$(19) \dot{\lambda}_B = -\partial H_c / \partial B + \rho \lambda_B = \lambda_B (\rho - i)$$

$$(20) \dot{\lambda}_k = -\partial H_c / \partial k + \rho \lambda_k = -[\lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \alpha \cdot \ell + \lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (1 - \alpha) \cdot h] \\ + \lambda_k \delta - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 + \lambda_k \rho$$

$$(21) dB = [\alpha \cdot Pf(k) \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot Pf(k) \cdot h - C(I) - x + B \cdot i] dt + P \cdot f(k) \cdot \sigma \cdot dz$$

$$(22) \dot{k} = I - \delta \cdot k$$

$$(23) \lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$$

$$(24) \lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$$

As above, equations 17 and 18 can be differentiated with respect to time, and the resulting rates of change, $\dot{\lambda}_B$ and the definitions of λ_k from equations 17 and 18 can then be substituted into equations 19 and 20.

$$(19') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(\rho - i)$$

$$(20') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (\rho + \delta)$$

$$- [U' P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \alpha \cdot \ell + U' P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (1 - \alpha) \cdot h] - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2$$

Equations 19' and 20' can be re-arranged so that \dot{x} and \dot{I} are on the left hand side. We now have a system of four differential equations (19', 20', 21 and 22) and four dot variables (k , B , x and I) which can be solved. However, without explicit information on functional forms, this system of equations is difficult to solve and interpret. In order to aid in the interpretation, consider the steady state solution where each of the dot variables: k , B , x and I are set to zero. Equations 19' and 20' become:

$$(19') \rho = i$$

$$(20') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot h) = (\delta + \rho) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B}$$

The addition of the risk premium to equation 20" increases the user cost of capital because $-P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B} > 0$ since λ_{BB} is negative. As a result, less capital is employed than in the non-stochastic case (4").

The introduction of NISA can proceed as above. We will continue to abstract from the effect of the trigger mechanism, but account for government contributions to NISA and the subsidized interest rate. NISA will also affect the expected value and variance of net revenues. For simplicity we will assume that net revenues in the low income state are equal to expected revenues (from the no NISA case) and, therefore, expected net revenues with NISA will be higher than expected net revenues without NISA.

$$\begin{aligned} E(Pf(k))_N &= \alpha \cdot E(Pf(k)) + (1-\alpha) \cdot Pf(k) \cdot h \\ &= P \cdot f(k) \cdot [\alpha^2 \cdot l + (\alpha(1-\alpha) + (1-\alpha)) \cdot h] \end{aligned}$$

Likewise, the variance of this truncated distribution is smaller than the variance without NISA.

$$E(Pf(k) - E(Pf(k))^2)_N = P^2 \cdot f(k)^2 \cdot [1 - \alpha^2 \cdot l - (1-\alpha)^2 \cdot h]^2 = P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2$$

The revised current value Hamiltonian is:

$$\begin{aligned} H_c &= U(x) + \lambda_B [P \cdot f(k) \cdot [\alpha^2 \cdot l + (\alpha(1-\alpha) + (1-\alpha)) \cdot h] + 0.03 \cdot P \cdot f(k) \cdot [\alpha \cdot l + (1-\alpha) \cdot h] \\ &- C(I) - x + B \cdot (i + s)] + \lambda_k [I - \delta \cdot k] \{ + 1/2 \cdot \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2_N \end{aligned}$$

The maximum principle conditions are:

$$(25) \frac{\partial H_c}{\partial x} = U'(x) - \lambda_B = 0$$

$$(26) \frac{\partial H_c}{\partial I} = -\lambda_B C'(I) + \lambda_k = 0$$

$$(27) \dot{\lambda}_B = -\frac{\partial H_c}{\partial B} + \rho \lambda_B = \lambda_B (\rho - i - s)$$

$$(28) \dot{\lambda}_k = -\frac{\partial H_c}{\partial k} + \rho \lambda_k = -[\lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha^2 \cdot l + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha) \cdot h) + \lambda_B \cdot (0.03) \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \\ \cdot [\alpha \cdot l + (1-\alpha) \cdot h]] + \lambda_k \delta - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2_N + \lambda_k \rho]$$

$$(29) dB = [Pf(k) \cdot (\alpha^2 \cdot l + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha) \cdot h) + (0.03) \cdot P \cdot f(k) \cdot [\alpha \cdot l + (1-\alpha) \cdot h] \\ - C(I) - x + B \cdot i] dt + P \cdot f(k) \cdot \sigma_N \cdot dz$$

$$(30) \dot{k} = I - \delta \cdot k$$

$$(31) \lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$$

$$(32) \lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$$

As above, equations 25 and 26 can be differentiated with respect to time, and the resulting rates of change, $\dot{\lambda}_i$, and the definitions of λ_i from equations 25 and 26 can then be substituted into equations 28 and 29.

$$(28') U'(x) \cdot \dot{x} = U'(p - i - s)$$

$$(29') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (p + \delta)$$

$$- [U' \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) + (1-\alpha)) \cdot h + U' \cdot 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h)] \\ - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2]$$

Imposing a steady state for equations 28' and 29' become:

$$(28'') p = i + s$$

$$(29'') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha)h)] + 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h] \\ = (\delta + i + s) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B}$$

For a partial description of the effect of NISA we can compare equations 29'' and 20'':

$$(20'') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h) = (\delta + p) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B} \iff$$

$$(29'') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha)h)] + 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h] = (\delta + i + s) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B}$$

As above, the effect of NISA is ambiguous because the interest rate subsidy, s , encourages less capital while the government contribution encourages more use of capital. The introduction of stochastic considerations are both effects that encourage capital accumulation. The expected value of net revenues $E(Pf(k))_N$ increases while σ_N^2 is smaller than σ^2 . Both of these considerations should increase the desired capital stock and increase production.



Appendix B

To the extent that there is a production enhancing effect for NISA (i.e., $0.03^*VMP_k >$ interest rate subsidy) the effect can be described in a static setting for a single commodity. The τ term is true net subsidy element of NISA, x-percent of eligible sales contributed by government. The single output farm's optimization problem is:

$$\max_Q P \cdot Q - C(Q) + \tau \cdot (P \cdot Q)$$

$$\text{foc: } P(1+\tau) = \partial C / \partial Q$$

$$MR(1+\tau) = MC$$

In a multiple output setting, the ingredient which determines the effect of the subsidy on output is whether production of output is joint or non-joint. Non-joint production is a situation where the production of one good does not affect the production of other goods. For two good cases with non-joint production, the farm's optimization problem is:

$$\max_Q P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2 - C_1(Q_1) - C_2(Q_2) + \tau \cdot (P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2)$$

$$\text{foc: } P_1(1+\tau) = \partial C_1 / \partial Q_1$$

$$P_2(1+\tau) = \partial C_2 / \partial Q_2$$

The result for a non-joint production function with two outputs is the same as for the single product case. Joint production implies that the production of one good affects the production of other goods. This jointness can occur for several reasons. First, there may be a constraint of a shared input such as land. In the EU section above, we saw that when there is a linear constraint on a shared input, the effects of a subsidy cancel out. However, this is not the only type of jointness which can occur. Panzar and Willig (1979) examine interdependent production using the concept of a public input. Inputs are said to be public when, as they are acquired to produce one good, they are available costlessly to other production processes. Jointness, in production, can be defined by the cross effects of output changes on the cost function. A joint cost function will depend on the outputs of all goods. So, for example, in our simple problem the cost function is $C(Q_1, Q_2)$. The cost function can exhibit complementaries, substitutability or non-jointness:

$$\partial^2 C / \partial Q_2 \partial Q_1 \not\equiv 0$$

An example of cost complementaries would be a situation where NISA allows a producer to reallocate his portfolio, invest in a larger tractor or better equipment, lower his costs and, as a result, produce more of all crops. Cost complementaries can also be thought of as economies of scope.

For two good cases with joint production, the farm's optimization problem is:

$$\begin{aligned} \max_{Q_1, Q_2} \quad & P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2 - C(Q_1, Q_2) + \tau \cdot (P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2) \\ \text{foc:} \quad & P_1(1+\tau) = \partial C(Q_1, Q_2) / \partial Q_1 \\ & P_2(1+\tau) = \partial C(Q_1, Q_2) / \partial Q_2 \end{aligned}$$

In order to determine the effect of the subsidy with cost complementaries or substitutability, it is necessary to do comparative statics on this system of first order conditions. Totally differentiating this system, the result is (assuming that prices are exogenous and therefore constant):

$$P_1 d\tau = \partial^2 C / \partial Q_1^2 \cdot dQ_1 + \partial^2 C / \partial Q_1 \cdot \partial Q_2 \cdot dQ_2$$

$$P_2 d\tau = \partial^2 C / \partial Q_2 \cdot \partial Q_1 \cdot dQ_1 + \partial^2 C / \partial Q_2^2 \cdot dQ_2$$

Re-writing this system in matrix notation and changing the notation on the second derivatives of the cost function such that the derivatives are represented by subscripts (note Young's Theorem ensures that $C_{ij} = C_{ji}$):

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{12} & C_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} dQ_1 \\ dQ_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 d\tau \\ P_2 d\tau \end{bmatrix}$$

$$\frac{dQ_1}{d\tau} = \frac{(P_1 C_{11} - P_2 C_{12})}{(C_{11} C_{22} - C_{12}^2)}$$

The sign of $dQ_1/d\tau$ depends on the sign of C_{12} . We will assume away increasing returns to scale so that C_{11} will be positive and concavity of the cost function ensures that $C_{11}C_{22}$ is greater than C_{12}^2 so the denominator will be positive. The sign of the numerator will depend on the sign of C_{12} such that if there are cost complementaries, $C_{12} < 0$, the sign of $dQ_1/d\tau$ will always be positive. If the cost function exhibits substitutability $C_{12} > 0$ then the second term in the numerator will reduce the size of $dQ_1/d\tau$ (possibly even making it turn negative).

Appendix C

The producer's constrained maximization problem is:

$$\max_{h, x, \lambda} \Pi = p_c y_c h_c + p_o y_o h_o - w_c x_c - w_o x_o + s_c h_c + s_o h_o + \lambda(H - G - h_c - h_o) + gG$$

Substituting the definition of yields, the optimization problem becomes:

$$\max_{h, x, \lambda} \Pi = p_c f^c(x_c h_c) + p_o f^o(x_o h_o) - w_c x_c - w_o x_o + s_c h_c + s_o h_o + \lambda(H - G - h_c - h_o) + gG$$

The first order conditions for the maximization of the profit equation with respect to the inputs x and h and the Lagrange multiplier λ are:

$$p_c f^c_{hc} - \lambda + s_c = 0$$

$$p_o f^o_{ho} - \lambda + s_o = 0$$

$$p_c f^c_{xc} = w_c$$

$$p_o f^o_{xo} = w_o$$

$$H - G = h_c + h_o$$

In order to economize on space, the partial derivatives are denoted with subscripts so, for example, $\partial f^c / \partial h_c$ is written as f^c_{hc} . Combining the first two equations of the first order conditions and totally differentiating the resulting system is:

$$p_c f^c_{hc} dh_c + p_c f^c_{xc} dx_c - p_o f^o_{ho} dh_o - p_o f^o_{xo} dx_o = ds_o - ds_c$$

$$p_c f^c_{xc} dh_c + p_c f^c_{xo} dx_c = dw_c$$

$$p_o f^o_{ho} dh_o + p_o f^o_{xo} dx_o = dw_o$$

$$dh_o + dh_c = dH - dG$$

The comparative statics that we are interested in are dh_i/ds_i and dh_i/ds_j

$$\frac{dh_c}{ds_c} = \frac{|Z^{hc}_{sc}|}{|Z|} \quad \frac{dh_c}{ds_o} = \frac{|Z^{hc}_{so}|}{|Z|}$$

where:

$$|Z| = \begin{bmatrix} p_c f^c_{hchc} & -p_o f^o_{hoho} & p_c f^c_{hexc} & -p_o f^o_{hoxo} \\ p_c f^c_{xchc} & 0 & p_c f^c_{xexc} & 0 \\ 0 & p_o f^o_{xoho} & 0 & p_o f^o_{xoxo} \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$|Z^{hc}_{\text{xc}}| = \begin{bmatrix} -ds_c & -p_o f^o_{hoho} & p_c f^c_{hexc} & -p_o f^o_{hoxo} \\ 0 & 0 & p_c f^c_{xexc} & 0 \\ 0 & p_o f^o_{xoho} & 0 & p_o f^o_{xoxo} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{dh_c}{ds_c} = \frac{-ds_c \cdot p_c f^c_{xexc} \cdot p_o f^o_{xoxo}}{\Delta}$$

where:

$$\Delta = -[p_o f^o_{hoho}]^2 \cdot p_c f^c_{xexc} - [p_c f^c_{hchc}]^2 \cdot p_o f^o_{xoxo} + p_c f^c_{hchc} \cdot p_c f^c_{xexc} \cdot p_o f^o_{hoho} + p_o f^o_{hoho} \cdot p_c f^c_{xexc} \cdot p_o f^o_{xoxo}$$

In order to determine the sign of dh_c/ds_c , it is necessary to determine the signs of the second derivatives of the production function for each crop f_{ij} . The f_{ij} s are all negative implying that production increases at a decreasing in inputs. For example f_{hihi} is change in yields for crop 1 for an increase in the area of crop 1 and the sign is negative. Furthermore, the concavity of the production function requires that $\partial^2 f / \partial h^2$ is greater than or equal to $\partial^2 f / \partial h \partial x$ and that $\partial^2 f / \partial x^2$ is greater than or equal to $\partial^2 f / \partial h \partial x$. These conditions are sufficient to ensure that the denominator Δ is negative. The numerator will be negative since prices are positive. The second derivatives of the production function $f_{xi xi}$ and the negative sign in front of the expression is negative. The sign of dh_c/ds_c is positive since both the numerator and the denominator are negative.

$$|Z^{hc}_{\text{xo}}| = \begin{bmatrix} ds_o & -p_o f^o_{hoho} & p_c f^c_{hexc} & -p_o f^o_{hoxo} \\ 0 & 0 & p_c f^c_{xexc} & 0 \\ 0 & p_o f^o_{xoho} & 0 & p_o f^o_{xoxo} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{dh_c}{ds_o} = \frac{ds_o \cdot p_c f^c_{xexc} \cdot p_o f^o_{xoxo}}{\Delta}$$

The sign of dh_c/ds_o is negative since the denominator is negative and the numerator is positive.

A similar set of calculations can be done for the area decision for oilseeds and the effect of the own per hectare compensation payment is positive and the effect of the competing crop per hectare compensation payment is negative.

SÉRIE SUR LES ÉTUDES DE MARCHÉS



Un examen des programmes quasi-verts : études de cas pour le Canada, les États-Unis et l'Union européenne

Direction de l'analyse économique et stratégique
Direction générale des politiques

janvier 2000



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

**UN EXAMEN DES PROGRAMMES
QUASI-VERTS : ÉTUDES DE CAS POUR
LE CANADA, LES ÉTATS-UNIS ET
L'UNION EUROPÉENNE**

**Direction de l'analyse économique et stratégique
Direction générale des politiques**

janvier 2000

UN EXAMEN DES PROGRAMMES QUASI-VERTS : ÉTUDES DE CAS POUR LE CANADA, LES ÉTATS-UNIS ET L'UNION EUROPÉENNE

James Rude

DIRECTION DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE ET STRATÉGIQUE
DIRECTION GÉNÉRALE DES POLITIQUES

janvier 2000

Tout point de vue exprimé, qu'il soit énoncé clairement, sous-entendu ou interprété à partir du contenu de la présente publication, ne reflète pas nécessairement la politique d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Pour se procurer des exemplaires additionnels, s'adresser à :

Section de la production de l'information et de la promotion
Direction de l'analyse économique et stratégique
Direction générale des politiques
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0C5
Tél : (613) 759-7443
Télécopieur : (613) 759-7034
Courriel : ipp@em.agr.ca

Les publications produites par la DAES sont disponibles en version électronique dans Internet à
www.agr.ca/policy/epad

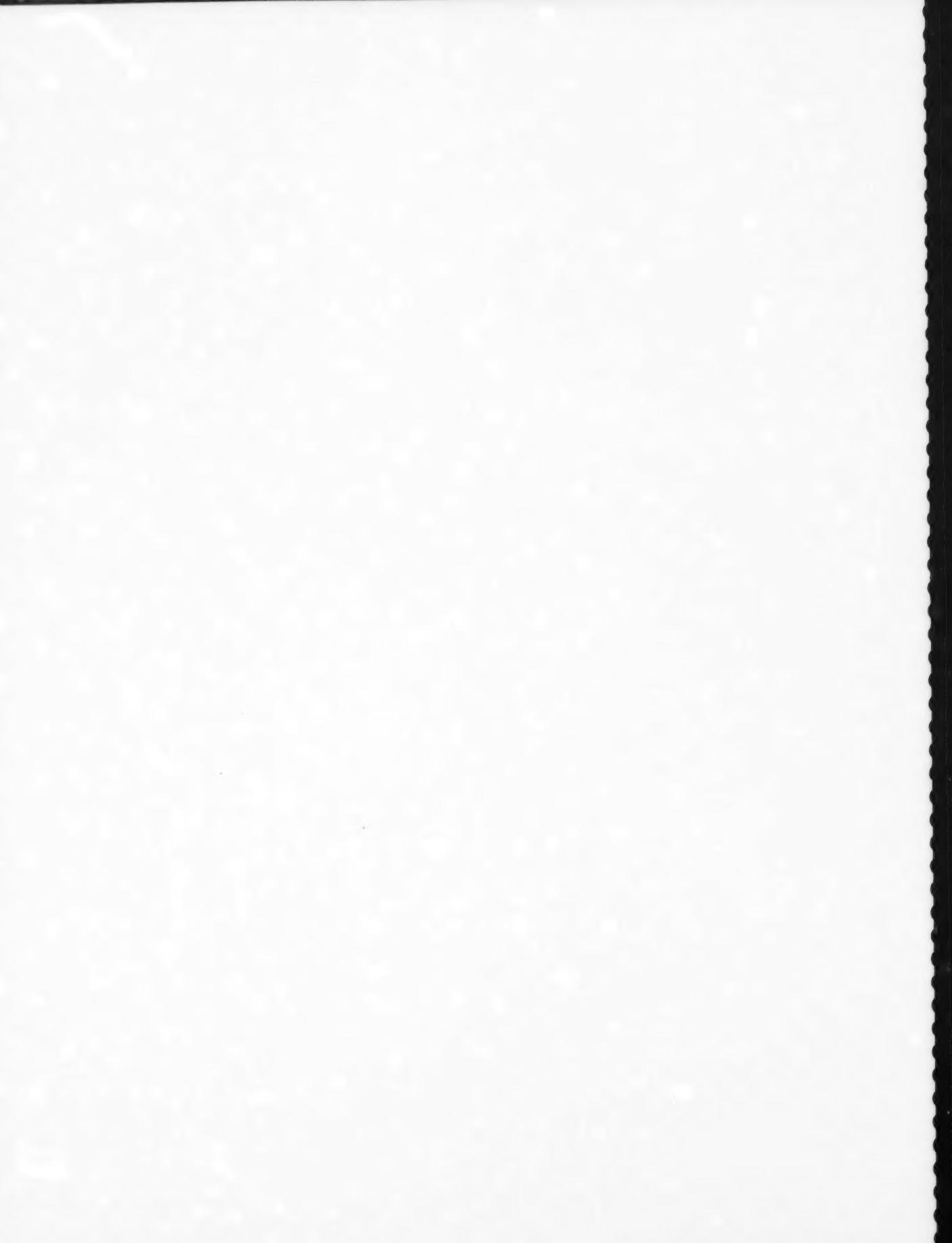
Publication 2010/F
ISBN 0-662-83862-9
Catalogue A22-194/1999F
Project 99037wp

Also available in English under:

*"An Examination of Nearly Green Programs: Case Studies for
Canada, the United States and the European Union"*

Table des matières

Acronymes	vii
Préface	ix
Résumé	xi
Introduction	1
Chapitre 1 : Versements au titre du soutien du revenu découplé : contrats de production variable de la FAIR Act des États-Unis	3
Chapitre 2 : Programmes visant à régulariser la consommation : CSRN	9
Chapitre 3 : Programmes de limitation de la production : paiements compensatoires de l'UE	15
Chapitre 4 : Comparaison des programmes	21
Chapitre 5 : Classification des programmes	25
Bibliographie	27
Annexe A	A-1
Annexe B	B-1
Annexe C	C-1



Acronymes

AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada
CSRN	Compte de stabilisation du revenu net
CRP	<i>Conservation Reserve Program</i>
FAIR	<i>Federal Agriculture Improvement and Reform Act</i>
MGS	Mesure globale du soutien
OMC	Organisation mondiale du commerce
PAC	Politique agricole commune
PFC	<i>Production Flexibility Contract</i> (contrats de production variable)
UE	Union européenne
VNA	Ventes nettes admissibles



Préface

Le présent rapport fait partie d'une série de travaux de recherche sur le commerce qu'a entrepris Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) pour soutenir les discussions entourant les négociations multilatérales et bilatérales sur le commerce. L'objet de ces travaux est de créer un répertoire de recherche qui permettra aux intéressés de cerner plus facilement les enjeux, les problèmes et les possibilités relatifs à ces discussions. La recherche est axée en majeure partie sur des domaines pour lesquels il y a peu d'information, voire aucune, plutôt que sur ceux associés à une large base documentaire. On peut obtenir plus de renseignements sur cette série de travaux de recherche sur le commerce en consultant le site Web d'AAC à www.agr.ca/policy/epad, ou en s'adressant à Brian Paddock, directeur de la Direction de l'analyse du secteur et des politiques, Direction générale des politiques (courriel : *Paddobr@em.agr.ca*; téléphone : (613) 759-7439).

Ce document est le second de deux rapports préparés par la Direction générale des politiques d'AAC au sujet des critères de la « catégorie verte » de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et du critère de neutralité par rapport à la production. Le premier rapport présente une analyse non technique de la question à savoir si les critères de la catégorie verte suffisent à garantir la neutralité des programmes de versements directs. Ce rapport-ci est plus technique et traite des programmes de versements directs du Canada, des États-Unis (É.-U.) et de l'Union européenne (UE) par rapport au critère de neutralité.

Les résultats préliminaires de ces rapports ont été présentés à la réunion annuelle de l'International Agricultural Trade Research Consortium, qui s'est tenue à St. Petersburg, Floride, en décembre 1998.



Résumé

Le présent document porte sur les « contrats de production variable » (Production Flexibility Contract - PFC) prévus par la *Federal Agriculture Improvement and Reform Act* (FAIR) des État-Unis, le Compte de stabilisation du revenu net (CSRN) du Canada et le régime de paiements compensatoires pour les cultures de labour de l'UE, à savoir s'ils répondent au critère de neutralité par rapport à la production. On considère que les PFC sont plutôt neutres, car les bénéficiaires n'ont aucune influence sur le montant des paiements et ont donc pour seul stimulant de réagir aux signaux du marché. Cependant, la neutralité du programme américain peut être remise en question à cause des effets de richesse ou parce que les paiements viennent alléger une contrainte touchant la production (p. ex., contrainte d'endettement) ou entraînent un investissement. Par ailleurs, les effets du CSRN sur la production sont difficilement prévisibles à cause de la complexité du programme. Même si les contributions de l'État versées en contrepartie risquent d'inciter les bénéficiaires éventuels à accroître leurs ventes admissibles nettes, le programme canadien fait augmenter le coût d'option des actifs de production, ce qui a pour effet de ralentir la production. Le fait que le champ d'application du programme du CSRN est diversifié renforce probablement la neutralité du programme par rapport à la production. Enfin, le régime de paiements compensatoires pour les cultures de labour de l'UE influe sur le système cultural mais ne favorise pas une croissance du rendement.



Introduction

Les négociateurs du Cycle d'Uruguay ont reconnu que les programmes nationaux pouvaient nuire au commerce international. Ils ont aussi reconnu que les mesures de soutien interne n'étaient pas toutes susceptibles de fausser les échanges, et ont permis que les mesures dont les « effets de distorsion sur les échanges ou [les] effets sur la production [étaient] nuls ou, au plus, minimes » soient exemptées des engagements de réduction du soutien interne.

Il s'agit ici du second de deux documents où on étudie la possibilité que les programmes classés comme « verts », conformément à l'annexe 2 de l'Accord de l'OMC sur l'agriculture, faussent les échanges commerciaux. Dans le premier document, on a cherché à déterminer si les critères servant à exempter certains programmes nationaux des engagements de réduction du soutien interne suffisent à garantir la neutralité des programmes par rapport à la production¹. On a particulièrement examiné les critères s'appliquant aux paiements directs aux producteurs : soutien du revenu découplé, programmes de garantie des revenus et de soutien du revenu (filet protecteur), aide à l'adaptation structurelle, aide régionale et programmes de protection de l'environnement. Enfin, dans ce premier document, on formule des recommandations pour la révision des critères de la catégorie verte.

Ce document-ci porte sur l'évaluation de certains programmes publics en fonction du critère de neutralité par rapport à la production. On ne se penche pas sur la question de savoir si ces programmes doivent ou non appartenir en toute légalité (suivant les critères de l'annexe 2) à la catégorie verte.

Les programmes dont il est question ici ont été choisis parce qu'ils représentent des moyens d'action importants pour trois grands exportateurs de produits agroalimentaires, à savoir l'Union européenne, le Canada et les États-Unis. À l'heure actuelle, un seul des trois programmes considérés – le *Production Flexibility Contract* (contrats de production variable) institué par la *Federal Agriculture Improvement and Reform Act* (FAIR) des États-Unis – a fait l'objet d'une notification en vertu de l'annexe 2. Le programme des paiements

1. Comme la catégorie verte exclut tous les programmes de soutien des prix du marché, il devrait y avoir peu de distorsion dans la consommation. Par conséquent, la neutralité par rapport à la production devrait équivaloir à la neutralité par rapport aux échanges.

compensatoires de l'Union européenne, qui est issu de la réforme de la Politique agricole commune (PAC), a fait l'objet d'une notification en vertu de l'article 6:5 (catégorie « bleue ») de l'Accord sur l'agriculture, suivant lequel les versements directs au titre de programmes de limitation de la production ne sont pas soumis aux engagements de réduction du soutien interne. Le troisième programme étudié est celui du Compte de stabilisation du revenu net (CSRN) du Canada, qui a été notifié comme (MGS) autre que par produit. Même si le programme du Canada et celui de l'UE n'ont pas été notifiés comme des programmes de la catégorie verte, il est utile de les examiner dans le cadre de l'annexe 2.

Le programme américain fait l'objet du premier chapitre de ce document, tandis que le programme canadien est traité au deuxième chapitre, et le programme européen au troisième chapitre. Les trois programmes sont comparés dans le quatrième chapitre. Enfin, le dernier chapitre présente un mode de classement des programmes fondé sur le critère de neutralité par rapport à la production de même que les préalables du classement des programmes.

Chapitre 1 : Versements au titre du soutien du revenu découplé : contrats de production variable de la FAIR Act des États-Unis

La *Federal Agriculture Improvement and Reform Act* (FAIR) de 1996 stipule que les producteurs participants pourront recevoir des versements annuels du programme PFC qui ne dépendent ni des prix agricoles ni de la production. Pour recevoir de tels versements, les producteurs qui ont participé aux programmes concernant le blé, les céréales fourragères, le riz et le coton de montagne dans l'une ou l'autre des années de la période 1991-1995 peuvent conclure des contrats de production variable d'une durée de sept ans (1996-2002). Ils doivent alors respecter les exigences de conservation et réservé une certaine superficie (mesurée en acres) à l'agriculture ou à des activités connexes (sans être obligés de faire de la production). On calcule le versement au producteur admissible en multipliant, pour chaque culture visée par le contrat, la quantité correspondante par le taux de paiement annuel établi pour cette culture. Cette quantité équivaut à 85 % du produit de la superficie prévue au contrat par le rendement fixé pour le programme. Chaque année, on calcule le taux de paiement unitaire pour chaque produit visé par le contrat en divisant le versement total annuel prévu pour ce produit par le total des quantités fournies par les producteurs admissibles. Les quantités annuelles peuvent varier selon que des producteurs décident de se retirer du programme, de réduire la superficie consacrée au programme ou d'inclure dans le *Conservation Reserve Program* (CRP) des superficies visées par le contrat, ou selon que des superficies anciennement incluses dans le CRP deviennent l'objet du programme des paiements PFC. La somme des versements destinés à l'exploitant agricole pour chaque produit correspond au versement annuel au producteur, sous réserve d'une certaine limite.

Le total des paiements PFC pour chaque année financière (1er octobre au 30 septembre) s'établit comme suit : 5,186 milliards de dollars en 1996, 6,288 milliards en 1997, 5,660 milliards en 1998, 5,603 milliards en 1999, 5,130 milliards en 2000, 4,130 milliards en 2001 et 4,008 milliards en 2002. Les prévisions de paiements compensatoires de février 1995 ont servi à déterminer la part des versements totaux annuels relative à chaque produit pour la période de sept ans.

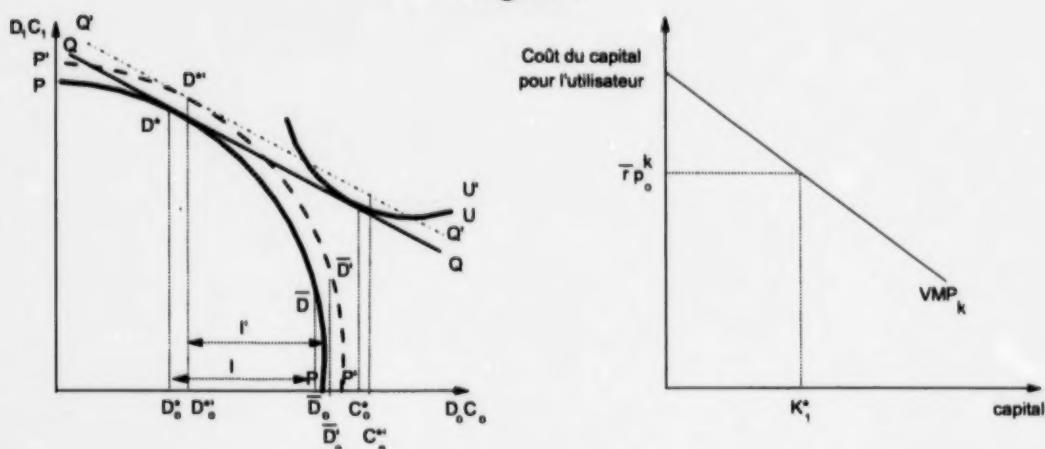
Le concept de l'aide découpée peut être assimilé à un concept économique simple, celui du transfert forfaitaire. Le bénéficiaire d'un transfert forfaitaire n'a aucune influence sur le montant du versement (de la taxe), quel que soit le comportement qu'il adopte. Les transferts de ce genre n'ont pas d'effet de distorsion sur l'affectation des ressources dans l'économie, parce qu'ils ne modifient pas les mesures incitatives qui s'offrent à l'agent économique. On a élaboré des programmes de soutien de l'agriculture qui tentent d'approcher le concept du transfert forfaitaire en liant le niveau de soutien à une variable historique fixe, comme la production antérieure, de telle sorte que le producteur n'a aucune influence sur le montant du versement. Ces transferts consistent souvent en des paiements compensatoires dont le montant a selon toute vraisemblance un rapport avec la perte de revenu subie par le producteur. En effet, comme les versements directs sont établis en fonction d'une période de référence déterminée dans le temps, les producteurs ne peuvent agir sur le montant du transfert par leur comportement courant ; leurs décisions de production reposeront donc uniquement sur la conjoncture du marché.

Les versements faits en vertu des contrats de production variable de la FAIR Act (versements PFC, pour « production flexibility contract ») semblent respecter les critères qui s'appliquent aux programmes d'aide découpée. Ces versements seront neutres dans la mesure où la subvention n'influera pas sur les décisions à la marge. Toutefois, il y a des cas où les versements directs influent indirectement sur les décisions à la marge. Dans ces circonstances, le producteur se trouve devant un problème d'optimisation avec contrainte et il modifiera son comportement en conséquence; autrement dit, la conjoncture du marché fera que le producteur agira différemment selon qu'il doit composer ou non avec des contraintes. Le versement direct peut avoir pour effet d'atténuer les contraintes qui limitent les possibilités de production de l'agriculteur, ce qui pourra se traduire par une hausse de la production. Dans le premier document, on a présenté trois exemples de versement direct qui a pour effet d'atténuer les contraintes et d'accroître par conséquent le niveau de production optimal :

- rendements d'échelle croissants avec restrictions concernant la maximisation des profits;
- théories du comportement de l'entreprise (« choix satisfaisant ») et;
- contraintes d'endettement.

Dans ce document-ci, nous examinerons plus en détail les conséquences de la contrainte d'endettement à l'aide d'un modèle élaboré par Phimister (1995). Celui-ci montre que les versements directs au titre du soutien du revenu découpé ne sont pas neutres par rapport à la production, selon un modèle de production/consommation de ménage dans lequel l'endettement est une contrainte. Les décisions du producteur reposent sur une gamme de facteurs beaucoup plus vaste que la simple maximisation des profits, notamment les préférences du ménage et la structure financière de l'exploitation agricole. En l'absence de contrainte d'endettement, l'agriculteur/chef du ménage optimise ses choix de façon récursive. Il maximise d'abord les profits pour déterminer la production et le revenu, puis il maximise l'utilité pour déterminer sa consommation la vie durant compte tenu d'une contrainte budgétaire la vie durant. Une compensation sous forme de versement forfaitaire n'influe pas sur sa décision de maximisation des profits. Ce scénario est illustré dans la figure 1 (celle-ci est une adaptation de diagrammes contenus dans Phimister [1995] et Gravel et Rees [1981], pp. 406-415).

Figure 1



Le diagramme de gauche représente un modèle de décisions d'investissement et de consommation à deux périodes. La courbe en arc PP représente toutes les combinaisons possibles des revenus monétaires¹ que peut encaisser l'agriculteur suivant sa décision d'investissement. Le point \bar{D} est supposé représenter le flux monétaire pour le producteur lorsque celui-ci n'investit pas ni ne désinvestit. La droite QQ est une courbe de richesse qui, si elle est déplacée vers le haut, signifie pour l'agriculteur et son ménage de plus grandes possibilités de consommation et une plus grande utilité (laquelle est représentée par la courbe d'indifférence U). La décision d'investissement optimal de l'exploitant agricole (ou le choix de K_1) est la décision par laquelle la richesse de l'exploitant est maximisée au point D^* (c.-à-d. la courbe de richesse tangente à PP la plus élevée possible). On réalise cette maximisation en choisissant un stock de capital K_1^* pour la seconde période et en investissant $I = p^k(K_1 - K_0)$. Le diagramme de droite de la figure 1 montre comment est déterminé le stock de capital optimal pour la période suivante. On détermine le capital optimal en égalisant la valeur du produit marginal du capital au coût du capital pour l'utilisateur (qui dépend du prix du capital, p^k , et du taux d'intérêt interne du ménage, \bar{r}). Le niveau de consommation à chaque période est déterminé par la capacité d'épargner ou d'emprunter du ménage. Dans la première période, le ménage peut accroître sa consommation et réduire sa richesse (déplacement vers la droite le long de la courbe de richesse QQ) en empruntant. Le taux auquel le ménage peut emprunter est déterminé par le taux d'intérêt. La pente de QQ est égale à $(1+r)$. Le point de contact de la courbe d'indifférence U et de la droite QQ détermine le niveau de consommation dans la première période, C_0^* , et le ménage doit rembourser $(1+r)(C_0^* - D_0^*)$ dans la période suivante. La pente de la courbe d'indifférence est $(1+\bar{r})$ où \bar{r} est le taux de préférence pour le présent (ou taux d'intérêt interne) du ménage. À l'équilibre, le taux d'intérêt interne du ménage \bar{r} ² égale le taux d'intérêt du marché, r .

1. Les revenus monétaires pour chaque période sont définis :

$$D_0 = p^k(K_0) - p_1(K_1 - K_0) - I$$

$$D_1 = p^k(K_1)$$

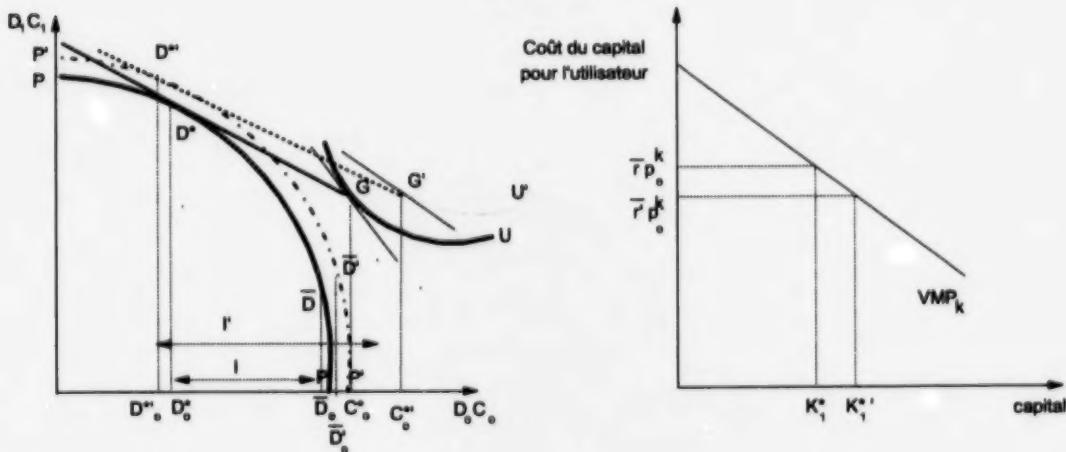
2. $\bar{r} = U_0/U_1 - 1$ où U_i est l'utilité marginale par rapport à la consommation dans la période i .

Le taux d'intérêt interne du ménage joue un rôle clé dans la coordination de la consommation et de la production. En effet, il sert à déterminer le taux marginal de substitution dans la consommation du ménage, d'une année à l'autre, et il agit sur le coût du capital pour l'utilisateur.

En l'absence d'une contrainte d'endettement, le versement forfaitaire fait se déplacer la courbe des combinaisons possibles des revenus monétaires de l'exploitant agricole vers $P'P'$. La nouvelle courbe de richesse $Q'Q'$ est tangente à $P'P'$ et à la courbe d'indifférence U' , qui est plus élevée que la première. Comme le taux d'intérêt interne du ménage, \bar{r} est toujours égal au taux d'intérêt du marché, r , le coût du capital pour l'utilisateur ne change pas et le stock de capital optimal pour la période suivante, k_1 , demeure aussi le même. On peut résoudre le modèle de façon récursive. Le versement direct (forfaitaire) n'a aucun effet sur le stock de capital qui permet de maximiser le profit, mais il fait s'accroître la consommation du ménage et l'utilité qu'en tire celui-ci.

La figure 2 illustre l'incidence d'une contrainte d'endettement. Lorsqu'il fait face à une contrainte d'endettement, le ménage ne peut emprunter que D^*G , de sorte que son taux d'intérêt interne, \bar{r} diffère du taux d'intérêt du marché, r (c.-à-d. que la courbe d'indifférence n'est pas tangente à la courbe de richesse D^*G). Le versement direct a pour effet de déplacer la courbe des combinaisons possibles des revenus monétaires de l'exploitant agricole vers $P'P'$ et de repousser la contrainte d'endettement à D^*G' (ce qui équivaut à une atténuation de la contrainte); en conséquence, le taux d'intérêt interne du ménage, \bar{r}' diminue comme la tangente à la courbe d'indifférence U' devient moins inclinée (en termes absolus). Étant donné que le taux d'intérêt interne du ménage diminue, le stock de capital optimal pour la période suivante, k_1' , augmente, tout comme la production.

Figure 2



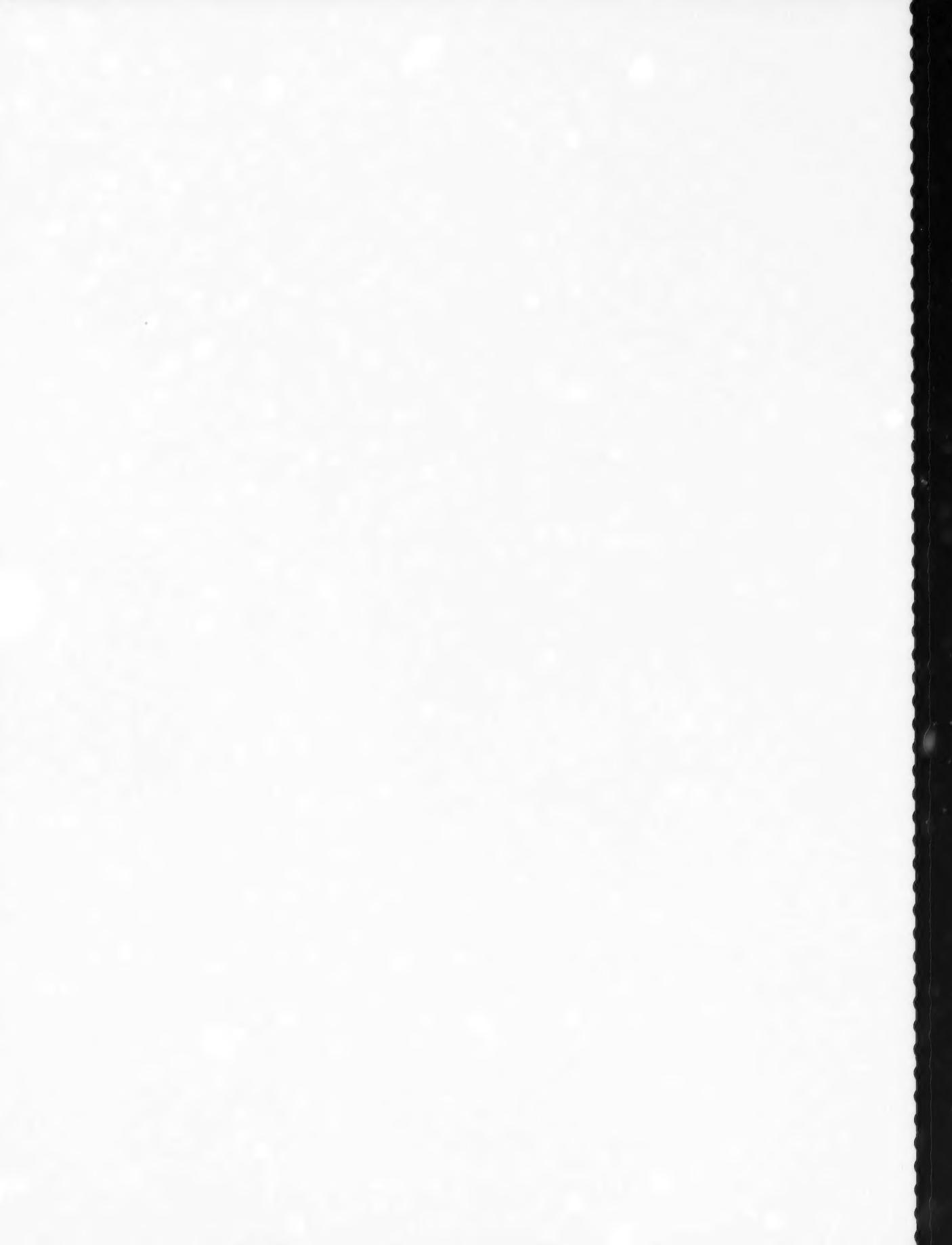
La contrainte d'endettement accroît le coût d'option (c.-à-d. \bar{r}' augmente) de l'acquisition de capital dans la période courante au lieu de contribuer à maximiser l'utilité de la consommation à long terme. En atténuant cette contrainte, on réduit ce coût d'option et on permet ainsi que plus de ressources monétaires soient affectées à la production future. Par conséquent, le paiement forfaitaire, qui était neutre en l'absence d'une contrainte d'endettement, favorise désormais un accroissement de la production future.

Roberts (1997) soutient que compte tenu des connaissances et des compétences spécialisées de l'exploitant agricole, et de l'absence de marchés des capitaux et de l'information parfaits, une part importante des versements au titre du soutien du revenu découplé risque d'être investie dans l'exploitation agricole. Ainsi, on peut prétendre que l'effet de richesse suffit à stimuler la production. D'une manière plus formelle, on peut montrer que dans un environnement stochastique où évoluent des producteurs ayant une aversion pour le risque, les versements au titre du soutien du revenu découplé influeront sur la production par le biais de l'effet de richesse (voir, par exemple, Hennessy [1998] ou Sandmo [1971]). Si les versements sont élevés et stables par rapport aux recettes, on aura un revenu global plus élevé et plus stable que s'il fallait compter uniquement sur le marché comme source de revenus. Dans le cas des producteurs qui craignent le risque, la réduction du niveau de risque a pour effet de déplacer la courbe d'offre vers la droite. En outre, cette réduction abaisse le coût d'emprunt, ce qui peut favoriser l'investissement agricole.

Si le montant des versements directs augmente, cet avantage se répercute sur la valeur des terres. La hausse de la valeur des terres incite généralement l'exploitant à continuer d'affecter ces terres à la production agricole. Si les versements PFC diminuent, les terres perdront vraisemblablement de leur valeur à longue échéance. Le fait que les exploitants agricoles ne sont pas tous des propriétaires fonciers et que, par ailleurs, les propriétaires fonciers ne sont pas tous des exploitants agricoles ajoute à la difficulté de prévoir si les versements directs favoriseront ou, au contraire, freineront le retrait de ressources du secteur agricole. De plus, les versements PFC peuvent être capitalisés dans d'autres actifs agricoles assimilables à des actifs immobilisés, ce qui freinerait aussi le retrait de ressources productives du secteur agricole.

Résumé de la section

La neutralité des versements au titre du soutien du revenu découplé peut être compromise dans un certain nombre de situations. Dans le cas des producteurs qui craignent le risque, l'effet de richesse de ces versements suffira pour modifier la production. Si le programme de soutien découplé est structuré de telle manière qu'il favorise une diminution du risque, la production s'accroîtra. De plus, les versements ne seront pas neutres s'ils suffisent à atténuer la contrainte à laquelle fait face le producteur qui cherche à maximiser son profit. C'est pourquoi il n'est pas souhaitable d'offrir des programmes de soutien sans condition limitative, y compris les programmes d'aide découplée.



Chapitre 2 : Programmes visant à régulariser la consommation : CSRN

Le CSRN est un programme (facultatif) de sécurité du revenu agricole suivant lequel les agriculteurs canadiens cotisent à des comptes individuels, et le Trésor public, fédéral et provincial confondus, cotise un montant équivalent. Les producteurs peuvent cotiser un montant pouvant atteindre 3 % des ventes nettes admissibles¹ (VNA) et une contrepartie est versée par les deux principaux niveaux de gouvernement (2 % par le gouvernement fédéral et 1 % par le gouvernement provincial). Les producteurs reçoivent en outre une prime d'intérêt de 3 % –en excédent des taux du marché—sur leurs cotisations. Le maximum des VNA en fonction desquelles une contrepartie est versée par le Trésor public est fixé à 250 000 \$ par exploitation agricole. En outre, les producteurs ont la possibilité de cotiser un montant additionnel équivalant à 20 % de leurs VNA. Cependant, aucune contrepartie n'est versée dans ce cas, mais la prime d'intérêt de 3 % est payée sur ces cotisations. Les producteurs peuvent retirer des sommes de leur compte lorsque leur revenu tombe au-dessous de la moyenne sur cinq ans de leurs revenus nets ou que leur revenu imposable tombe au-dessous d'un seuil déterminé. Le programme a été conçu pour aider spécialement les agriculteurs à épargner en prévision de jours plus difficiles.

Le Canada n'a pas notifié le CSRN comme une mesure satisfaisant aux critères de l'annexe B de l'Accord de l'OMC sur l'agriculture en vue de l'exempter des engagements de réduction du soutien interne. Pourtant, nombreux sont ceux qui reconnaissent à ce programme un caractère de neutralité par rapport à la production. Peut-on dire effectivement que le programme est neutre ou, à tout le moins, que ses effets de distorsion sont minimes? Lorsqu'on étudie l'incidence du CSRN sur les décisions de production, il faut se poser trois questions :

1. Les producteurs sont-ils incités d'une manière quelconque à accroître leurs VNA afin de bénéficier de contributions plus généreuses de l'État?
2. Les producteurs sont-ils incités d'une manière quelconque à provoquer le déclenchement des subventions?
3. Peut-on dire que le programme est neutre du fait qu'il ne s'applique pas à une entreprise en particulier?

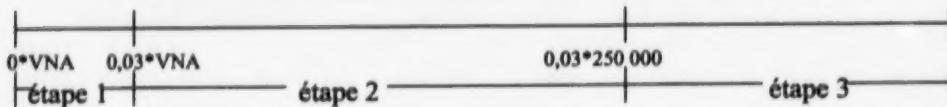
1. VNA = ventes brutes de produits admissibles – achats de produits admissibles.

Nous examinerons ces questions une à une.

Les producteurs sont-ils incités d'une manière quelconque à accroître leurs ventes afin de bénéficier de contributions plus généreuses de l'État?

De par sa nature, le programme du CSRN nous oblige à étudier son incidence sur les décisions de production selon des étapes. Celles-ci sont décrites dans la figure 3.

Figure 3: Échelle des contributions de l'État au CSRN



À la première étape, où le montant des cotisations est inférieur à 3 % des VNA, les producteurs peuvent hausser leurs cotisations (en pourcentage des VNA) sans accroître les VNA et ils pourront recevoir quand même une contrepartie plus généreuse de l'État. À la deuxième étape, où le montant des cotisations excède 3 % des VNA, le producteur peut cotiser un montant additionnel équivalant à 20 % de ses VNA et il reçoit la prime d'intérêt de 3 % – en excédent des taux du marché – mais il n'a pas droit à une contrepartie additionnelle de l'État, à cause du plafond de 3 %. La seule manière dont le producteur pourrait bénéficier de contributions additionnelles de l'État à cette étape serait d'accroître le montant des VNA. À l'étape 3, où le chiffre des VNA est égal à 250 000 \$, la contribution de l'État est à son niveau maximum, et le producteur ne peut rien faire d'autre pour tenter d'accroître le montant de la contribution de l'État; dans les circonstances, le programme peut donc être considéré comme de l'aide découpée². L'étape 2 est la seule « zone » où les agriculteurs pourraient être tentés d'accroître leur production en vue de bénéficier d'une contrepartie plus généreuse de l'État. Les données du programme du CSRN pour 1995 indiquent un taux de participation de 84 % pour l'ensemble des produits admissibles. Par ailleurs, 54,5 % des participants ont des VNA de 250 000 \$ ou plus, tandis que 9 % ont cotisé un montant inférieur à 3 % des VNA, ce qui donne à penser qu'environ 30 % des producteurs agricoles se trouvent à l'étape 2.

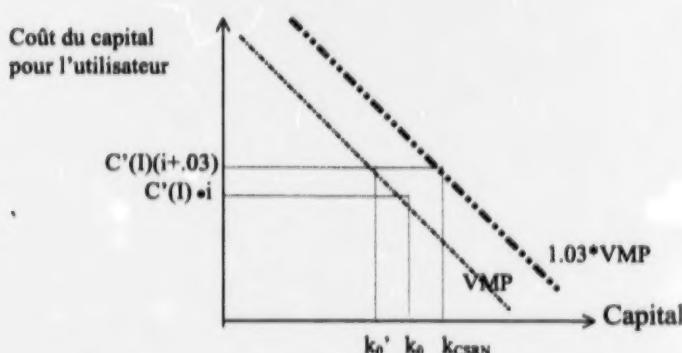
Dans l'annexe A, on se demande si l'agriculteur qui se trouve à l'étape 2 peut décider d'accroître sa production en vue de profiter de contributions plus généreuses de l'État dans le cadre du programme du CSRN. Nous utilisons à cette fin un modèle dynamique de production du ménage. Ce modèle présente le problème sous forme d'arbitrage entre l'épargne et la consommation et il examine les modalités de répartition des ressources monétaires entre l'épargne et l'acquisition d'immobilisations. Pour faciliter l'analyse, nous utilisons un modèle très simple où on suppose qu'un agriculteur produit un seul type d'extrant avec un seul type d'intrant (ou actif immobilisé). L'agriculteur doit décider s'il investit dans des biens d'équipement en vue d'accroître sa production dans l'avenir ou s'il met de l'argent de côté. On suppose que le CSRN est le seul instrument d'épargne à la disposition de l'agriculteur. Si l'agriculteur décide d'investir, il bénéficiera plus tard de contributions accrues de l'État au

2. Les agriculteurs seraient en mesure de faire augmenter les contributions de l'État en leur faveur en divisant la propriété de leur exploitation entre des membres de la famille, à cause du plafond de 250 000 \$. Ainsi, on pourrait avoir des seuils de découplage de 500 000 \$ ou plus. Cette éventualité n'est pas prise en considération ici.

moyen du CSRN, mais il devra aussi supporter le coût d'option lié au manque à épargner. La prime d'intérêt de 3 % prévue par le programme accroît ce coût d'option. Par contre, si l'agriculteur décide d'épargner, il renoncera à acquérir des biens immobilisés et il courra le risque de voir sa production diminuer dans l'avenir.

Selon ce modèle, la règle de décision pour l'acquisition de biens, en situation d'équilibre, est la suivante : la valeur marginale du capital additionnel doit être plus élevée que le coût d'acquisition de ce capital (coût du capital pour l'utilisateur). Le CSRN a des effets contradictoires sur cette règle de décision : d'une part la contribution versée en contrepartie hausse de 3 % la valeur du produit marginal du capital et, d'autre part, la prime d'intérêt de 3 % accroît le coût d'option de l'acquisition de biens d'équipement plutôt que de favoriser le maintien des fonds à la banque. C'est ce que montre la figure 4.

Figure 4



Dans la figure 4, $C'(I) \cdot i$ est le coût du capital à l'utilisateur (qu'on peut définir comme le prix du capital multiplié par le taux d'intérêt du marché). S'il n'y a pas de compte de stabilisation du revenu net, le stock de capital optimal est déterminé par le point d'intersection du coût du capital à l'utilisateur, $C'(I) \cdot i$, et de la valeur du produit marginal du capital (VMP). L'introduction d'un programme de stabilisation comme le CSRN accroît le coût d'option du capital d'un montant équivalent à la prime de taux d'intérêt, soit 3 %, de sorte que le stock de capital optimal recule à k_0' . La contribution de l'État versée en contrepartie, établie à 3 % des VNA, accroît la rentabilité de l'investissement dans des biens immobilisés, de telle sorte que la courbe VMP est déplacée vers la droite par un facteur de 1,03 (ce qui donne la courbe $1,03 \cdot VMP$). Ce déplacement a pour effet d'accroître la demande de capital et, éventuellement, la production. La figure 4 illustre le cas où l'accroissement de la valeur du produit marginal du capital est plus fort que l'accroissement du coût d'option du capital. Il pourrait en être autrement et, de fait, si le coût d'option du capital devait s'accroître plus fortement que la valeur du produit marginal du capital, à cause des contributions de l'État, le stock de capital pourrait diminuer, de même que la production future.

En somme, le CSRN contribuera à accroître la production si l'inéquation suivante se vérifie : $0,03 \cdot VMP > \text{prime de taux d'intérêt du CSRN}^3$. Dans le cas contraire, la production pourrait diminuer⁴. Étant donné la part relativement faible de la production observée à l'étape 2, les effets compensatoires décrits ci-dessus et le caractère polyvalent du programme, qui

obscurcit les motifs pouvant inciter les producteurs à accroître les VNA, le CSRN devrait avoir peu d'effet stimulant sur la production. Une chose est sûre : comparativement à d'autres programmes de sécurité du revenu, le CSRN a des effets très modestes sur la production.

Les producteurs sont-ils incités d'une manière quelconque à provoquer le déclenchement des subventions?

La deuxième question est de savoir si les producteurs peuvent provoquer le déclenchement des subventions en modifiant leur comportement. Comme ils n'ont personnellement aucune influence sur les prix, les seuls déterminants du revenu net sur lesquels ils ont prise sont les rendements, ainsi que l'utilisation d'intrants et le moment de leur achat⁵. Les producteurs pourront profiter des sommes contenues dans le CSRN tôt ou tard dans leur vie... plus probablement au moment de la retraite. Le moment du retrait dépend du taux de préférence du cotisant pour le présent. Si le producteur-consommateur accorde beaucoup plus d'importance à la consommation courante qu'à la consommation future, il sera tenté de provoquer le paiement de sommes en sa faveur.

La décision de l'agriculteur-chef de ménage d'adopter un mode de consommation qui aille en progressant, qui soit stable ou qui aille en diminuant au cours des années reposera sur la relation suivante :

$$\dot{X}/X = \sigma \bullet [(i + s) - \rho]$$

Le membre de gauche de l'équation désigne la variation relative de la consommation du ménage dans le temps. Le terme σ désigne l'élasticité de substitution intertemporelle de la consommation, pour différentes périodes, qui est une mesure de la disposition des ménages à tolérer des écarts par rapport à un mode de consommation uniforme dans le temps. Le terme $[(i+s)-\rho]$ désigne l'écart entre le taux d'intérêt du marché augmenté de la subvention et le taux de préférence du ménage pour le présent (c.-à-d. le taux d'intérêt subjectif du ménage). Par conséquent, si le consommateur accorde beaucoup plus d'importance à la consommation courante qu'à la consommation future, le membre de gauche de l'équation devra être négatif, et comme σ est positif, il faut que $[(i+s)-\rho]$ soit négatif et, donc, que $\rho > (i+s)$. Or, cette inéquation risque de ne pas se vérifier si on fait intervenir la bonification d'intérêt de 3 %. En conséquence, le scénario le plus probable est que les producteurs considéreront le CSRN comme un REER et laisseront l'argent dans le compte, même s'ils sont autorisés à retirer les fonds comme bon leur semble. De fait, les données sur les retraits effectués dans le CSRN confirment ce scénario : les cotisants ne retirent pas les sommes qui leur sont rendues disponibles.

3. Il convient de souligner que le CSRN hausse le coût d'option du capital aux trois étapes (à la marge en ce qui concerne les étapes 1 et 2, et en dedans de la marge pour l'étape 3). Le coût d'option est le plus élevé à l'étape 1, à cause de la contrepartie sacrifiée.
4. Les responsables de l'élaboration du programme ont prévu le scénario où des producteurs pourraient être tentés d'acheter des produits pour la revente et, ainsi, de faire augmenter les contributions de l'État. C'est pourquoi on calcule les VNA en soustrayant les achats de produits admissibles des ventes brutes.
5. Notons que le CSRN pourrait inciter l'agriculteur à réduire sa production afin de déclencher des subventions.

Peut-on dire que le programme est neutre du fait qu'il ne s'applique pas à une entreprise en particulier?

Nous avons vu que le CSRN risque d'induire de la production uniquement si l'agriculteur verse déjà la cotisation maximum qui donne droit à une contrepartie de l'État (c.-à-d. que l'agriculteur doit se trouver à l'étape 2) et si l'accroissement de la valeur du produit marginal de l'actif immobilisé (ou du capital) est supérieur à l'augmentation du coût d'option du capital imputable au programme du CSRN. Cela étant dit, le programme influe sur la répartition des ressources sous un autre aspect. En effet, le CSRN est un programme agro-global (hormis les produits soumis à la gestion de l'offre)⁶, ce qui a des conséquences sur le plan économique et juridique, notamment en ce qui regarde la législation commerciale.

L'annexe B traite du caractère agro-global du CSRN. Celui-ci est assimilé à une subvention qui équivaut à $x\%$ des recettes totales. Comme le montant de cette subvention prend déjà en compte les effets décrits ci-dessus, $x\%$ est la subvention réelle versée au titre de la stabilisation du revenu net. Lorsque plusieurs produits sont en cause, l'effet de cette subvention sur la production dépend de la structure de coûts de l'entreprise. Prenons un exemple à deux produits. Si ces produits ne sont pas liés entre eux (c'est-à-dire si la production du premier n'influe pas sur la production du second), la subvention aura le même effet que s'il n'y avait qu'un produit. Il y aura accroissement de la production dans les deux cas. Si les produits sont liés entre eux, l'incidence de la subvention dépendra des effets croisés des variations de la production sur la fonction de coût de l'entreprise. La fonction de coût peut rendre compte de la complémentarité, de la substituabilité ou de l'indépendance des coûts. On parlera de complémentarité des coûts, par exemple, lorsque le CSRN permet à un cultivateur de réaffecter ses ressources monétaires, d'acquérir un plus gros tracteur ou du meilleur équipement afin de réduire ses coûts et, par conséquent, d'accroître la production pour toutes les cultures. En outre, on peut assimiler la complémentarité des coûts à des économies de diversification. Étant donné cette complémentarité, la subvention aura pour effet d'accroître sans équivoque la production de toutes les cultures. Par ailleurs, s'il s'agit de coûts substituables, la subvention aura des effets qui pourront s'annuler, en tout ou en partie, pour l'ensemble des produits. Si les extrants sont parfaitement substituables (p. ex., restrictions visant la superficie des terres au Chapitre 3), les effets des subventions – la même pour chaque produit – s'annuleront.

La figure 5 nous permet d'avoir une compréhension intuitive de l'effet de la complémentarité des coûts. Elle représente la fonction de transformation de l'agriculteur (c.-à-d. la courbe des possibilités de production), qui décrit la relation d'arbitrage entre la production de q_1 et de q_2 . On peut penser que la complémentarité des coûts (économies de diversification) aura pour effet de déplacer vers l'extérieur la fonction de transformation (ligne pointillée). Lorsqu'une subvention commune, s , est octroyée pour les deux produits, le rapport de prix de ces produits, p_1/p_2 , ne change pas (puisque le dénominateur et le numérateur sont tous deux multipliés par s), mais l'agriculteur bénéficiaire accroît la production des deux.

6. Cependant, si des agriculteurs assujettis aux programmes de gestion de l'offre participent aussi au programme du CSRN, l'application d'un contingent de production pourrait atténuer les effets interproduits des deux types de programme.

cit les motifs pouvant inciter les producteurs à accroître les VNA, le CSRN devrait avoir peu d'effet stimulant sur la production. Une chose est sûre : comparativement à d'autres programmes de sécurité du revenu, le CSRN a des effets très modestes sur la production.

Les producteurs sont-ils incités d'une manière quelconque à provoquer le déclenchement des subventions?

La deuxième question est de savoir si les producteurs peuvent provoquer le déclenchement des subventions en modifiant leur comportement. Comme ils n'ont personnellement aucune influence sur les prix, les seuls déterminants du revenu net sur lesquels ils ont prise sont les rendements, ainsi que l'utilisation d'intrants et le moment de leur achat⁵. Les producteurs pourront profiter des sommes contenues dans le CSRN tôt ou tard dans leur vie... plus probablement au moment de la retraite. Le moment du retrait dépend du taux de préférence du cotisant pour le présent. Si le producteur-consommateur accorde beaucoup plus d'importance à la consommation courante qu'à la consommation future, il sera tenté de provoquer le paiement de sommes en sa faveur.

La décision de l'agriculteur-chef de ménage d'adopter un mode de consommation qui aille en progressant, qui soit stable ou qui aille en diminuant au cours des années reposera sur la relation suivante :

$$\dot{X}/X = \sigma \bullet [(i+s) - \rho]$$

Le membre de gauche de l'équation désigne la variation relative de la consommation du ménage dans le temps. Le terme σ désigne l'élasticité de substitution intertemporelle de la consommation, pour différentes périodes, qui est une mesure de la disposition des ménages à tolérer des écarts par rapport à un mode de consommation uniforme dans le temps. Le terme $[(i+s)-\rho]$ désigne l'écart entre le taux d'intérêt du marché augmenté de la subvention et le taux de préférence du ménage pour le présent (c.-à-d. le taux d'intérêt subjectif du ménage). Par conséquent, si le consommateur accorde beaucoup plus d'importance à la consommation courante qu'à la consommation future, le membre de gauche de l'équation devra être négatif, et comme σ est positif, il faut que $[(i+s)-\rho]$ soit négatif et, donc, que $\rho > (i+s)$. Or, cette inéquation risque de ne pas se vérifier si on fait intervenir la bonification d'intérêt de 3 %. En conséquence, le scénario le plus probable est que les producteurs considéreront le CSRN comme un REER et laisseront l'argent dans le compte, même s'ils sont autorisés à retirer les fonds comme bon leur semble. De fait, les données sur les retraits effectués dans le CSRN confirment ce scénario : les cotisants ne retirent pas les sommes qui leur sont rendues disponibles.

Peut-on dire que le programme est neutre du fait qu'il ne s'applique pas à une entreprise en particulier?

3. Il convient de souligner que le CSRN hausse le coût d'option du capital aux trois étapes (à la marge en ce qui concerne les étapes 1 et 2, et en dedans de la marge pour l'étape 3). Le coût d'option est le plus élevé à l'étape 1, à cause de la contrepartie sacrifiée.
4. Les responsables de l'élaboration du programme ont prévu le scénario où des producteurs pourraient être tentés d'acheter des produits pour la revente et, ainsi, de faire augmenter les contributions de l'État. C'est pourquoi on calcule les VNA en soustrayant les achats de produits admissibles des ventes brutes.
5. Notons que le CSRN pourrait inciter l'agriculteur à réduire sa production afin de déclencher des subventions.

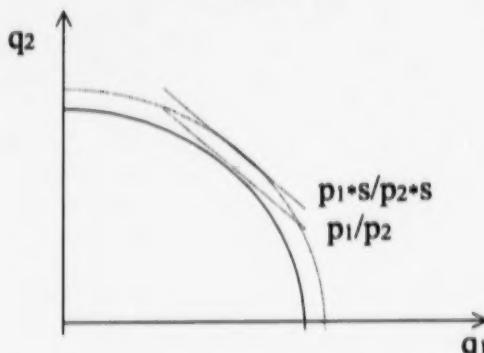
Nous avons vu que le CSRN risque d'induire de la production uniquement si l'agriculteur verse déjà la cotisation maximum qui donne droit à une contrepartie de l'État (c.-à-d. que l'agriculteur doit se trouver à l'étape 2) et si l'accroissement de la valeur du produit marginal de l'actif immobilisé (ou du capital) est supérieur à l'augmentation du coût d'option du capital imputable au programme du CSRN. Cela étant dit, le programme influe sur la répartition des ressources sous un autre aspect. En effet, le CSRN est un programme agro-global (hormis les produits soumis à la gestion de l'offre)⁶, ce qui a des conséquences sur le plan économique et juridique, notamment en ce qui regarde la législation commerciale.

L'annexe B traite du caractère agro-global du CSRN. Celui-ci est assimilé à une subvention qui équivaut à $x\%$ des recettes totales. Comme le montant de cette subvention prend déjà en compte les effets décrits ci-dessus, $x\%$ est la subvention réelle versée au titre de la stabilisation du revenu net. Lorsque plusieurs produits sont en cause, l'effet de cette subvention sur la production dépend de la structure de coûts de l'entreprise. Prenons un exemple à deux produits. Si ces produits ne sont pas liés entre eux (c'est-à-dire si la production du premier n'influe pas sur la production du second), la subvention aura le même effet que s'il n'y avait qu'un produit. Il y aura accroissement de la production dans les deux cas. Si les produits sont liés entre eux, l'incidence de la subvention dépendra des effets croisés des variations de la production sur la fonction de coût de l'entreprise. La fonction de coût peut rendre compte de la complémentarité, de la substituabilité ou de l'indépendance des coûts. On parlera de complémentarité des coûts, par exemple, lorsque le CSRN permet à un cultivateur de réaffecter ses ressources monétaires, d'acquérir un plus gros tracteur ou du meilleur équipement afin de réduire ses coûts et, par conséquent, d'accroître la production pour toutes les cultures. En outre, on peut assimiler la complémentarité des coûts à des économies de diversification. Étant donné cette complémentarité, la subvention aura pour effet d'accroître sans équivoque la production de toutes les cultures. Par ailleurs, s'il s'agit de coûts substituables, la subvention aura des effets qui pourront s'annuler, en tout ou en partie, pour l'ensemble des produits. Si les extrants sont parfaitement substituables (p. ex., restrictions visant la superficie des terres au Chapitre 3), les effets des subventions – la même pour chaque produit – s'annuleront.

La figure 5 nous permet d'avoir une compréhension intuitive de l'effet de la complémentarité des coûts. Elle représente la fonction de transformation de l'agriculteur (c.-à-d. la courbe des possibilités de production), qui décrit la relation d'arbitrage entre la production de q_1 et de q_2 . On peut penser que la complémentarité des coûts (économies de diversification) aura pour effet de déplacer vers l'extérieur la fonction de transformation (ligne pointillée). Lorsqu'une subvention commune, s , est octroyée pour les deux produits, le rapport de prix de ces produits, p_1/p_2 , ne change pas (puisque le dénominateur et le numérateur sont tous deux multipliés par s), mais l'agriculteur bénéficiaire accroît la production des deux.

6. Cependant, si des agriculteurs assujettis aux programmes de gestion de l'offre participent aussi au programme du CSRN, l'application d'un contingent de production pourrait atténuer les effets interproduits des deux types de programme.

Figure 5



Peut-on dire que l'agriculture canadienne est caractérisée par des économies de diversification? Les données empiriques qui pourraient fonder cette affirmation sont assez peu nombreuses. Ces exploitations agricoles, qui sont essentiellement des exploitations de culture, se caractériseront surtout par des coûts substituables, de sorte que les effets des subventions — la même pour chaque culture — tendront à s'annuler pour l'ensemble des cultures. La combinaison de la production animale et de la production végétale favorise davantage les économies de diversification. Kunimoto (1983) a rejeté l'idée d'une complémentarité des coûts de la culture de plein champ et de l'élevage dans le secteur agricole canadien. Cependant, cela n'exclut pas la possibilité d'économies de diversification pour les petites exploitations agricoles à vocation mixte. Chavas et Aliber (1993) ont examiné les techniques de production des agriculteurs du Wisconsin, pour observer que la plupart des exploitations réalisaient d'importantes économies de diversification, mais que ces économies tendaient à diminuer rapidement lorsque la taille de l'entreprise augmentait. Si, de fait, les économies de diversification sont limitées aux entreprises de taille relativement modeste, les possibilités de distorsion sur le plan de la production globale sont plutôt faibles. Ainsi, le caractère universel du programme du CSRN devrait renforcer sa neutralité à l'égard de la production.

Résumé de la section

D'un point de vue conceptuel, le CSRN est un programme qui est difficile à modéliser à cause de ses nombreuses facettes. De plus, sa complexité réduit la possibilité que les producteurs exploitent à outrance le programme afin de maximiser les contributions de l'État. Tandis que les contreparties de l'État peuvent inciter les agriculteurs à exploiter le programme dans le but exprès de recevoir des transferts publics, de son côté le programme accroît le coût d'option des actifs de production, ce qui a un effet modérateur sur la production. Le fait que le CSRN s'applique à la très grande majorité des activités de production agricole peut renforcer la neutralité du programme par rapport à la production. Cependant, cette neutralité peut être compromise si la fabrication de co-produits génère des économies de diversification.

Chapitre 3 : Programmes de limitation de la production : paiements compensatoires de l'UE

Dans sa notification de 1995-1996 (année de commercialisation) sur le soutien interne, l'Union européenne a déclaré pour 20,8 milliards d'ECU de versements directs au titre de programmes de limitation de la production, qui sont exemptés des engagements de réduction aux termes de l'Article 6:5 (« catégorie bleue ») de l'Accord sur l'agriculture¹. Ces versements comprennent 15,6 milliards en paiements compensatoires pour les cultures de labour et 5,2 milliards en primes par tête pour le bétail. Dans cet article, nous examinons uniquement l'incidence probable, sur la production, des paiements pour les cultures de labour.

Depuis la réforme de la PAC qui s'est opérée en 1992, l'Union européenne met l'accent sur le soutien direct au producteur plutôt que sur le soutien des prix du marché. Le secteur d'activités qui a été le plus profondément touché par cette réforme est celui des céréales et des oléagineux. On a réduit le prix d'objectif de près de 30 %. En contrepartie, chaque producteur a reçu un paiement compensatoire direct, qui est égal à la différence entre le 'prix de référence aux fins de l'aide'² et le prix réduit, à condition qu'il accepte de retirer des terres de la production³. Cette condition ne s'applique qu'aux producteurs commerciaux (ou gros producteurs). Les agriculteurs qui produisent moins de 92 tonnes—ce qui correspond à 20 hectares environ, étant donné un rendement moyen de 4,6 tonnes l'hectare pour l'ensemble de la Communauté—en sont exemptés et ils reçoivent des paiements compensatoires directs. Les cultures destinées à l'usage industriel sont elles aussi soustraites aux conditions de mise hors culture.

1. Catégorie spéciale d'exemption temporaire qui exige que le montant des versements soit établi en fonction d'une superficie et de rendements déterminés, ou en fonction d'un nombre de têtes de bétail déterminé. Le versement ne peut excéder 85 % des niveaux de base.
2. Il s'agit du prix d'achat de juillet 1991 (155 ECU), qui équivaut à 94 % du prix d'intervention. En 1996, on a réduit le prix d'objectif à 110 ECU, avec une compensation de 45 ECU.
3. Le taux de mise hors culture varie selon les années; pour les assolements, par exemple, le taux est passé de 15 % en 1993-1994 et 1994-1995 à 5 % en 1997-1998.

Les paiements compensatoires à l'hectare sont établis en fonction du produit d'un montant fixe en ECU par un rendement historique fixe pour la région. Le paiement fixe à l'hectare dissocie effectivement le montant du soutien et le rendement⁴. Le producteur n'a aucune chance de faire modifier le montant de son versement en jouant sur les rendements, et il n'a donc aucune raison d'accroître les rendements plus que ne l'exigent les conditions du marché. Cependant, le choix des cultures est toujours influencé par le montant du versement, puisque celui-ci varie selon qu'il s'agit de céréales, d'oléagineux ou de protéagineux. Le montant du paiement à l'hectare est de 54,34 ECU/t x rendement historique moyen pour les céréales et de 78,49 ECU/t x rendement historique moyen pour les protéagineux, tandis que le montant du paiement pour les oléagineux est de 433,5 ECU l'hectare⁵. En outre, un paiement compensatoire (69,83 ECU/t x rendement de référence selon la région pour les céréales) est versé pour les terres qui sont retirées de la production.

Plusieurs études analysent l'incidence des paiements compensatoires à l'hectare sur le choix des cultures (voir notamment Guyomard *et al.* [1996] et Cahill [1997]). Chacune de ces études montre que les paiements compensatoires à l'hectare ont effectivement une incidence sur la combinaison des cultures. Cependant, comme ces études ont pour objectif premier d'analyser l'effet global de la réforme de la PAC sur le système cultural de l'UE, il est difficile de distinguer les effets des réductions de prix et des mises hors-culture de ceux des paiements compensatoires. Nous avons donc élaboré, pour les besoins de cet article, un modèle de la PAC en version très simplifiée.

L'analyse ci-dessous tente d'isoler l'effet des paiements compensatoires à l'hectare sur les décisions d'assoulement en définissant un modèle simple à un producteur et à deux types de culture : céréales (c) et oléagineux (o). Le producteur reçoit, pour chaque type de culture, un paiement compensatoire fixe à l'hectare, s_i , qui est défini et qui est indépendant du rendement. En outre, le producteur est preneur de prix sur les marchés des intrants variables et des extrants. Sa préoccupation est de déterminer la quantité d'intrants variables, x_i , pour chaque type de culture (on suppose l'existence d'un intrant variable pour chaque type de culture afin d'éliminer toute possibilité de « production commune », hormis les restrictions touchant la superficie des terres) et de répartir les superficies disponibles (H-G)⁶ entre ces cultures. La superficie totale est désignée par H, et h_i est la superficie consacrée à la culture i. L'indemnité de mise hors-culture à l'hectare est g et la superficie retirée de la production est G. La fonction de production, selon le type de culture, est $f(h_i, x_i)$. Comme la production est égale au produit de la superficie par le rendement, $h_i \cdot y_i$, on définit le rendement comme $y_i = f(h_i, x_i)/h_i$.

4. C'est ce que soutiennent un certain nombre d'auteurs, dont Sarris (1992, p. 43), Josling (1994, p. 516), Guyomard *et al.* (1996, p. 402).

5. Ces paiements représentent des recettes de 250 ECU l'hectare pour les céréales, de 361 ECU l'hectare pour les protéagineux et de 433,5 ECU l'hectare pour les oléagineux (sujet à révision durant l'année de commercialisation).

6. H étant le nombre total d'hectares de terre arable, et G le nombre d'hectares retirés de la production.

La résolution du problème d'optimisation du producteur est présentée dans l'annexe C. Les conditions du premier ordre sont définies ci-dessous, après combinaison de la première et de la deuxième équations.

$$\begin{aligned}
 p_c \partial f^c / \partial h_c + s_c &= p_o \partial f^o / \partial h_o + s_o \\
 p_c \partial f^c / \partial x_c - w_c &= 0 \\
 p_o \partial f^o / \partial x_o - w_o &= 0 \\
 H - G - h_c - h_o &= 0
 \end{aligned}$$

La première équation indique que le producteur répartira les terres entre les cultures de manière à ce que la rentabilité d'un hectare de céréales, plus le paiement à l'hectare, égale la rentabilité d'un hectare d'oléagineux, plus le paiement à l'hectare pour ce type de culture. Cette équation nous amène à faire une première observation : si le paiement compensatoire, s_i , n'était pas défini, soit pour les céréales ou les oléagineux, la subvention globale serait nulle. Les deux équations suivantes égalisent, pour chaque type de culture, la valeur du produit marginal des intrants variables au prix des intrants. Le fait que le paiement compensatoire, s_i , est absent de ces équations suppose que l'utilisation des intrants, et donc les rendements, ne dépendent pas des paiements. La dernière équation reprend la contrainte qui s'applique à l'utilisation globale des terres. L'autre point à retenir de ces équations est que l'indemnité de mise hors-culture à l'hectare, g , n'influe pas sur la répartition des terres telle qu'en décide le producteur.⁷

Pour les cultures du groupe des céréales, comme le blé et l'orge, les paiements compensatoires à l'hectare sont les mêmes, et la combinaison des cultures demeurera inchangée vraisemblablement. La réforme proposée en 1998 dans le cadre d'Action 2000 suggère d'établir un paiement non défini par unité de superficie qui serait de 66 ECU/t (multiplié par les rendements de référence régionaux de la réforme de 1992 pour la céréale). Cependant, on continuera d'appliquer des mesures d'exception aux protéagineux, p. ex., aide supplémentaire de 6,5 ECU/t, afin de maintenir leur concurrence par rapport aux céréales, et on conservera l'aide supplémentaire qui existe actuellement pour le blé dur.

La neutralité des paiements non définis est une conséquence directe des restrictions visant la superficie des terres, ces restrictions impliquant nécessairement une production commune (co-produits). Comme nous l'avons vu antérieurement (voir Chapitre 2), l'absence de production commune supposerait que les paiements non définis ne sont pas neutres à l'égard de la production. Existe-t-il des méthodes de production commune pour les céréales et les oléagineux en Europe? Est-il juste de supposer que les producteurs de l'Union européenne doivent composer individuellement avec des restrictions visant la superficie des terres? La production commune s'explique-t-elle par d'autres facteurs que les restrictions touchant les terres, et quelles en sont les conséquences pour la production? L'agriculteur n'a pas

7. Cela s'explique par le fait que la superficie des terres retirées de la production est considérée comme une grandeur exogène. Il serait plus réaliste de penser que le producteur peut aussi retirer volontairement des terres de l'agriculture. Si la superficie des terres mises hors culture, G , est une grandeur endogène, le producteur retirera des terres de l'agriculture jusqu'au point où l'indemnité à l'hectare, g , égale la valeur virtuelle de la contrainte, λ .

nécessairement à composer avec des restrictions visant ses terres; les restrictions s'appliquent plutôt à un niveau plus global, par exemple à une région ou à une collectivité⁸. En outre, les contraintes de dépense à l'échelle régionale joueront le même rôle que les restrictions touchant les terres dans le problème d'optimisation et elles donneront un caractère de neutralité aux paiements non définis. La production commune n'est pas toujours synonyme de neutralité pour les paiements non définis, par exemple lorsque d'autres facteurs, outre les restrictions touchant les terres, sont à l'origine de ce mode de production. Si, par exemple, la production de différentes denrées génère des économies de diversification⁹, les programmes d'aide auront pour effet d'accroître la production sur tous les plans (voir détails dans l'annexe B).

Afin de déterminer l'incidence de s_c et de s_o sur le choix des cultures à exploiter, on doit appliquer la statique comparative aux conditions du premier ordre (c.p.o.)¹⁰. Les résultats de cette analyse étaient prévisibles : une augmentation de s_i entraîne une augmentation de la superficie consacrée à h_i et une diminution de la superficie consacrée aux cultures concurrentes (pourvu que les fonctions de production des cultures soient concaves).

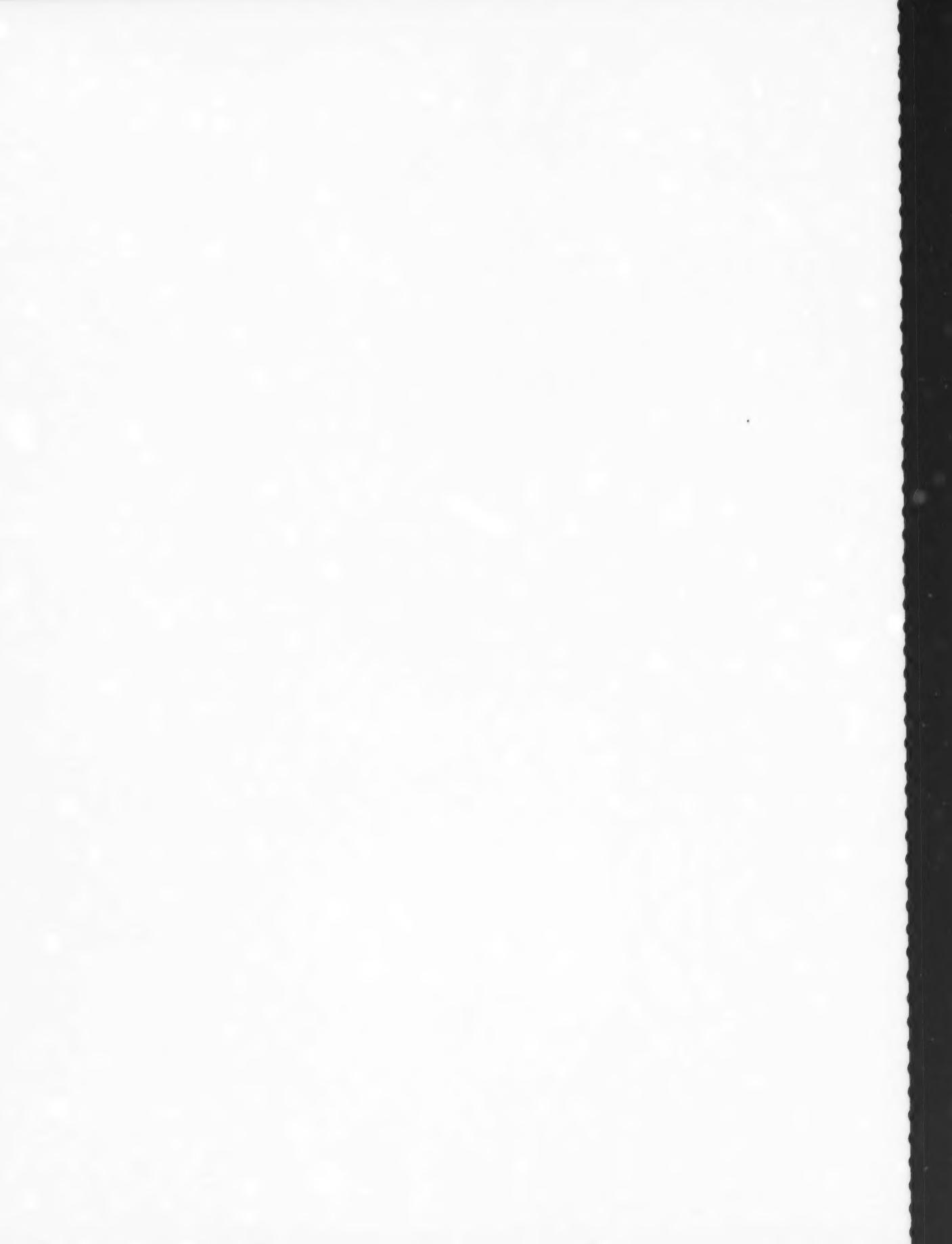
L'expérience européenne suscite d'autres questions pratiques. Bien que les rendements de base régionaux soient des valeurs historiques, ils pourraient subir des modifications. De cette manière, si les producteurs croient qu'ils sont en mesure d'influencer dans l'avenir les rendements de base régionaux en augmentant leurs propres rendements, le découplage ne sera pas efficace. Bien que cette question peut ne pas avoir de conséquences pratiques pour le régime de paiements compensatoires de l'UE, elle pourrait se poser dans le cas des paiements de transition prévus par la FAIR Act des États-Unis, qui reposent sur les rendements individuels. Le découplage sera compromis dès lors que les producteurs tenteront par leurs actions d'influer sur l'élaboration des programmes futurs et, donc, sur le montant des versements qu'ils recevront.

Une autre question ayant rapport aux paiements compensatoires de l'UE est que la production est obligatoire pour quiconque veut recevoir ces paiements. Certains croient que la production agricole de l'UE baisserait si l'exploitation continue n'était pas une condition préalable pour recevoir des paiements compensatoires. En fait, cette hypothèse sera juste uniquement si la meilleure solution de second choix pour les terres est l'usage non agricole ou la mise en jachère. Si la meilleure solution de second choix a rapport à l'agriculture et si les terres sont vendues à un producteur plus efficient, la production pourrait augmenter. L'Irlande, la France, l'Allemagne et la Finlande restreignent l'acquisition de terres agricoles par des personnes qui ne sont pas agricultrices. Au Danemark et en France, la taille des exploitations agricoles est assujettie à des restrictions.

8. La restriction visant la superficie des terres ne s'exprime pas nécessairement sous forme d'égalité, comme c'est le cas dans notre problème d'optimisation, car il y a des raisons de croire que des terres seront retirées de la production agricole à cause du coût d'option élevé des autres usages. En outre, les paiements d'extension pour la production du bœuf et les retraits volontaires peuvent avoir pour effet de retirer des terres de la production de céréales et d'oléagineux.
9. Les économies de diversification supposent qu'il revient moins cher de fabriquer deux produits en commun que de les fabriquer indépendamment l'un de l'autre.
10. Voir détails dans l'annexe C.

Résumé de la section

En somme, le régime de paiements compensatoires pour les cultures de labour de l'Union européenne influe sur le système cultural mais il ne semble pas favoriser une hausse des rendements. Ce programme sera neutre, par rapport aux rendements, dans la mesure où les producteurs seront incapables d'agir sur le montant des versements. Si les producteurs pensent pouvoir influencer l'évolution du programme par leur comportement actuel, il pourrait y avoir une augmentation des rendements. Par ailleurs, le programme n'est pas neutre en ce sens que le versement dépend aussi de ce que l'agriculteur poursuive ou non ses activités. Le fait d'exiger la poursuite des activités comme condition préalable pour les versements entraînera à long terme une hausse de la production si les rendements augmentent d'année en année. Bien que les paiements compensatoires soient dissociés des rendements, ils influent encore sur les décisions de production, et la plupart des producteurs ne répondent toujours pas aux signaux du marché.



Chapitre 4 : Comparaison des programmes

L'analyse précédente a quelque chose d'artificiel en ce qu'on attribue à chaque programme des caractéristiques particulières qu'on retrouve probablement dans les trois. Les critiques touchant les versements au titre du soutien du revenu découplé s'appliquent aussi bien aux paiements compensatoires de l'UE et même, dans une certaine mesure, au programme du CSRN. Si l'un ou l'autre de ces programmes réduit le niveau de risque, il y aura hausse de la production. L'effet de richesse, dans le cas d'un producteur ayant une aversion pour le risque (utilité espérée de la maximisation des profits), favorisera aussi une hausse de la production.

Parmi les trois programmes étudiés, seul le CSRN est un programme agro-global qui vise la production animale aussi bien que la production végétale. Par ailleurs, le régime de paiements compensatoires de l'UE est le programme le plus sélectif, car à chaque groupe de cultures correspond un niveau d'aide différent. En théorie, les versements PFC prévus par la *FAIR Act* des États-Unis se rapportent à des cultures particulières, en fonction d'un point de référence antérieur, mais en pratique le producteur est libre de choisir n'importe quel type d'activité agricole, et il recevra de toute façon le versement PFC. En règle générale, plus le champ d'application du programme de soutien sera large, plus la neutralité du programme sera renforcée, sauf lorsque toutes les entreprises agricoles réalisent des économies de diversification. Bien que cette remarque puisse s'appliquer au CSRN, les effets ne sont pas aussi prononcés dans ce cas, à cause de la limite imposée aux contreparties versées par l'État, qui exclut normalement les économies de diversification. Par contre, on peut associer les économies de diversification aux paiements compensatoires de l'UE, malgré que le même paiement soit offert pour toutes les activités.

Le fait que les versements forfaitaires peuvent influer sur les décisions de production des agriculteurs qui sont aux prises avec une contrainte d'endettement est vraisemblablement plus observable dans les petites exploitations. Ce problème risque d'être plus aigu en Europe, si l'UE compte un plus grand nombre de petites exploitations agricoles que le Canada ou les États-Unis. Le transfert provenant du CSRN ne contribuera pas vraiment à réduire le niveau d'endettement de l'agriculteur, car le volet épargne du programme accroît le coût d'option de l'acquisition d'actifs de production.

L'analyse présentée dans ce document montre qu'aucun des trois programmes n'est parfaitement neutre. Toutefois, on considérera qu'un programme respecte les critères de la catégorie verte s'il a très peu d'effets de distorsion sur la production ou les échanges. Les programmes

qui ont pour objet la redistribution des revenus devraient s'inspirer le plus possible du principe du transfert forfaitaire¹. Par ailleurs, les programmes qui visent à corriger des défaillances du marché devraient s'attaquer au problème à la source. Or, en pratique il est rarement possible de corriger une défaillance du marché à sa source ou de transférer des revenus d'une manière parfaitement neutre. Par conséquent, le meilleur type d'intervention que l'État puisse envisager est de limiter le plus possible le pouvoir discrétionnaire dont jouit l'agriculteur, de sorte que celui-ci ne puisse modifier son comportement dans le seul but de profiter de l'intervention de l'État. Voici donc les recettes empiriques qui peuvent servir à réduire au maximum la probabilité que l'agent modifie son comportement en vue de profiter de l'intervention de l'État :

- L'intervention doit avoir lieu après que l'agent a décidé de son niveau de production.
- Si l'intervention ne vise pas un secteur en particulier, la probabilité de distorsion est moins grande puisque la répartition des ressources entre les secteurs sera encore déterminée par des considérations de marché.
- Si l'agent partage la responsabilité de corriger des défaillances du marché, il sera moins tenté de modifier son comportement dans un sens qui va à l'encontre de l'objectif des autorités publiques.

Le tableau ci-dessous présente chacun des trois programmes selon les caractéristiques traitées dans ce document :

Tableau 1 : Caractéristiques des programmes

	Défini	Participation des bénéficiaires	Prévisibilité des paiements	Critères de paiement fixes	Effets compensateurs	Effets de richesse	Peut alléger la contrainte d'endettement
Paiement compens. de l'UE	Vise des types de culture	Non	Oui, paiement déterminé par le choix des cultures	Non, choix du type de culture influe sur le paiement	Limités— quoique gel des terres	Oui	Oui
CSRN	Agro-global (cultures, porcins, bovins, horticulture)	Oui	Non, paiement <i>ex post</i> grâce au mécanisme prévu	Possibilité réduite d'influer sur les versements de l'État (si à l'étape 2)	Oui	Oui	Oui

1. Voir l'article complémentaire de J. Rude (1999), « Critères de la catégorie verte : une évaluation théorique » pour une analyse plus approfondie du rôle du transfert forfaitaire comme outil de redistribution des revenus.

	Défini	Participation des bénéficiaires	Prévisibilité des paiements	Critères de paiement fixes	Effets compensateurs	Effets de richesse	Peut alléger la contrainte d'endettement
Paiement PFC—É.-U.	Non, mais récolte antérieure entre en ligne de compte	Non	Oui, parfaitement	Paiement fixe; impossible d'influer sur le montant du versement	Non	Oui	Oui

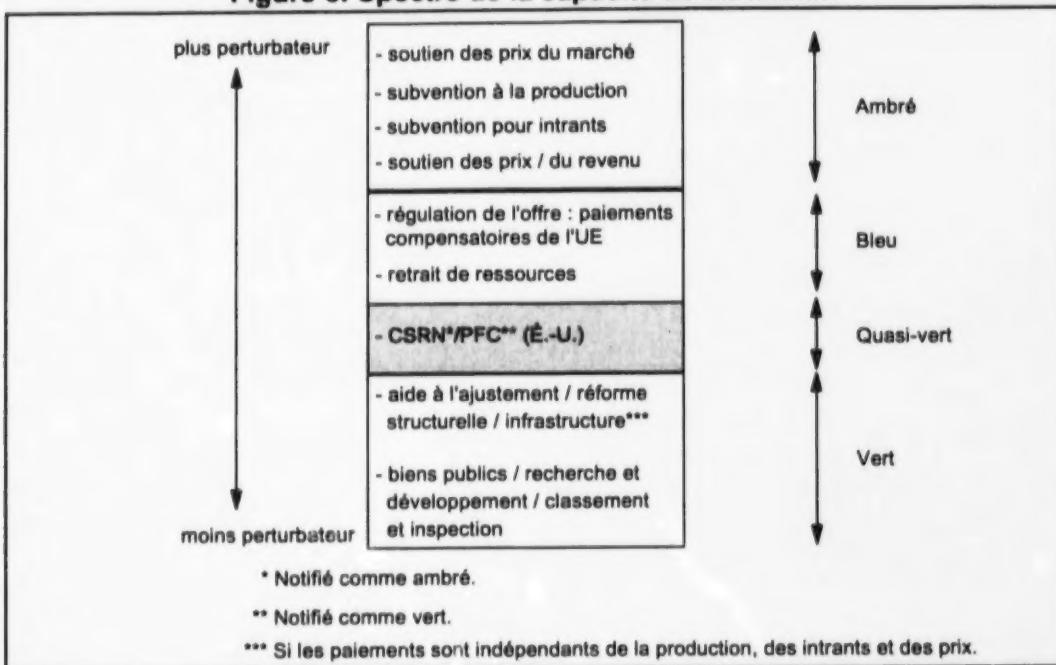


Chapitre 5 : Classification des programmes

Bien qu'aucun programme de soutien ne puisse être considéré comme parfaitement neutre à l'égard de la production, certains programmes peuvent être plus perturbateurs que d'autres. D'un point de vue pratique, les gouvernements doivent envisager certains compromis lorsqu'ils élaborent des programmes. Le programme doit être politiquement et administrativement défendable. Il doit être suffisamment souple pour répondre aux besoins particuliers du pays ou d'une région. Ces considérations servent de balises pour l'élaboration de programmes non perturbateurs. Étant donné les raisons d'ordre pratique liées à l'élaboration de programmes non perturbateurs, nous tenons à souligner ici certaines conditions qui font qu'un programme sera jugé acceptable. Premièrement, les rentes doivent revenir aux producteurs et non aux facteurs de production. Les trois programmes entraîneront, à des degrés divers, une capitalisation des rentes sous forme de facteurs fixes. L'effet devrait être moins prononcé dans le cas du CSRN, à cause des conditions de versement plus strictes. Deuxièmement, un plafond monétaire doit s'appliquer aux dépenses de programme. Les importants transferts monétaires qu'impliquent les contrats de production variable (PFC) aux États-Unis et le régime de paiements compensatoires de l'UE peuvent alors poser problème. Même si les programmes sont essentiellement neutres, comme c'est le cas du programme des paiements PFC, les petits effets individuels peuvent prendre des proportions très considérables si le montant des dépenses de programme est substantiel. Dernièrement, les É.-U. ont versé à leurs producteurs un montant équivalant à 50 % des paiements PFC de 1988 (« market loss » payment) en guise de compensation pour ce qui avait été perçu comme une crise agricole. Cette aide ponctuelle remet en question la neutralité du programme américain, si les bénéficiaires de ce programme peuvent recevoir de l'aide supplémentaire sur demande.

Durant les négociations du Cycle d'Uruguay, plusieurs auteurs (voir notamment Miner et Hathaway [1988] et IATRC [1990]) ont tenté de classer les programmes de soutien interne selon une évaluation subjective de la capacité de ces programmes de fausser les échanges. Le diagramme de la figure 6 qui suit s'inspire des classifications précédentes et intègre des observations de la présente étude.

Figure 6: Spectre de la capacité de distorsion



Il est difficile de situer avec précision le programme du CSRN dans la section « verte » du spectre. On ne peut affirmer inconditionnellement qu'il est neutre par rapport à la production, parce que l'agriculteur peut bénéficier de contributions additionnelles de l'État s'il accroît ses ventes. Toutefois, ce programme comporte des effets qui font contrepoids à cette incitation. En outre, son niveau de dépenses est faible et sa complexité contribue à atténuer les effets de l'incitation. Le programme des paiements PFC aux États-Unis est lui aussi difficile à classer, quoiqu'il laisse moins de doutes que le CSRN en ce qui regarde strictement la question de l'incitation à la production. Les principaux sujets d'inquiétude concernant ce programme sont le montant élevé des paiements, la possibilité que les niveaux de production actuels servent obligatoirement dans l'élaboration des versions futures du programme, et l'utilisation récente du programme dans le but de fournir une aide ponctuelle supplémentaire aux producteurs. Quant au régime de paiements compensatoires de l'UE, de toute évidence on ne peut le considérer comme un programme vert sous sa forme actuelle.

Bien que les programmes de la catégorie verte soient moins dommageables que les autres formes de soutien, il est clair que le montant élevé des versements prévus par ces programmes et le caractère permanent de ces versements attirent, ou maintiennent, des ressources en agriculture. Étant donné l'intérêt croissant des gouvernements pour la catégorie verte en tant qu'instrument de soutien interne, les enveloppes de dépenses augmenteront, et les possibilités de distorsion avec. En outre, bien que les programmes soient conçus pour être neutres à l'égard de la production, il n'en est pas toujours ainsi dans la réalité. Même si un programme a très peu d'effets de distorsion, une enveloppe de dépenses élevées peut transformer de faibles distorsions en une perturbation majeure, d'où la nécessité de prévoir un plafond monétaire pour l'ensemble des programmes de la catégorie verte, et peut-être aussi pour chaque élément de la catégorie.

Bibliographie

Becker, T. (1991). The optimal seasonal pattern of EC exports – the case of wheat. *European Review of Agricultural Economics*. 18 : 103-115.

Bourgeon, M. et Y. Le Roux. (1996). Tenders for European cereal export refunds: a structural approach. *European Review of Agricultural Economics*. 23 : 5-26.

Cahill, S. (1997). Calculating the rate of decoupling for crops under CAP/oilseeds reform. *Journal of Agricultural Economics*. 48 : 349-378.

Chavas, J.P. et M. Aliber. (1993). An analysis of economic efficiency in agriculture: a non parametric approach. *Journal of Agricultural & Resource Economics*. 18 (1) : 1-16.

Chavas, J.P. et M. Holt. (1990). Acreage decisions under risk: the case of corn and soybeans. *American Journal of Agricultural Economics*. pp. 529-538.

Gravel, H. et R. Rees. (1981). *Microeconomics*, Longman.

Guyomard, H., M. Baudry et A. Carpentier. (1996). Estimating crop supply response of farm programmes: application of the CAP. *European Review of Agricultural Economics*. 23 : 401-420.

Hathaway, D.E. et W. Miner. (1988). Reforming world agricultural trade. Institute for International Economics.

Hennessy, D. (1998). The production effects of agriculture income support policies under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*. 80 : 46-57.

IATRC. (1990). Re-instrumentation of agricultural Policies. Communication commandée n° 6. University of Minnesota, Department of Applied Economics. International Agricultural Trade Research Consortium. St. Paul, Minnesota.

Josling, T. (1994). The reformed CAP and the industrial world. *European Review of Agricultural Economics*. 21 : 513-527.

Kamien, M. et N. Schwartz. (1991). *Dynamic optimization, the calculus of variations and optimal control in economics and management*. 2^e édition. Amsterdam, Hollande du Nord.

Kunimoto, R.C.K. (1983). *A multiproduct technology for Canadian agriculture* (thèse de maîtrise non publiée). University of Alberta, Department of Economics.

Lansink, A. et J. Peerlings. (1996). Modelling the new EU cereals and oilseeds regime in the Netherlands. *European Review of Agricultural Economics*. 23 : 161-178.

Merton, R. (1970). Optimal consumption and portfolio rules in a continuous-time model. *Journal of Economic Theory*. 3 : 37-413.

Phimister, E. (1995). Farm household production in the presence of restrictions on debt: theory and policy implications. *Journal of Agricultural Economics*. 46 : 371-80.

Roberts, I. (1997). Australia and the next round of multilateral negotiations for agriculture. Rapport de recherche 97.6 de l'ABARE. Canberra.

Rude, J. (1999). Critères de la catégorie verte : une évaluation théorique. Document de travail, Série sur les études de marchés. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Ottawa.

Sandmo, A. (1971). On the theory of the competitive firm under price uncertainty. *American Economic Review*. 61 : 65-73.

Sarris, A. (1992). Implications of EC integration for agriculture, agricultural trade, and trade policy. Rapport préparé pour le 31^e colloque européen de l'Association européenne des économistes agricoles. Francfort, Allemagne.

Tielu, A. et I. Roberts. (1998). Farm income support: implications for gains from trade of changes in methods of support overseas. ABARE. Éditions courantes n° 98.4.

Tsur, Y. (1995). Supply and welfare effects of income stabilization programs: NISA versus NTSP. Rapport préparé pour la Direction du rendement et de l'analyse du secteur de la Direction générale des politiques, Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Tweeten, L. et C. Zulauf. (1997). Public policy for agriculture after commodity programs. *Review of Agricultural Economics*. 19 : 263-280.

Annexe A

Comme le CSRN est un instrument d'épargne, nous avons décidé d'analyser le programme selon un modèle d'épargne-consommation. Considérons initialement le cas d'un producteur qui envisage positivement l'avenir et qui a le choix entre consommer immédiatement ou épargner de façon classique (il n'existe aucun programme du type CSRN). Le producteur maximise l'utilité, u , en répartissant sa consommation, x , sur une certaine période, étant donné une contrainte de revenu. Le montant épargné (c.-à-d. la différence entre le revenu courant, $Pf(k)$, et la consommation courante, x), est investi dans des immobilisations, k , ou des obligations, B . Le problème d'optimisation du producteur est formulé comme suit :

$$\max_x \int_0^T e^{-\rho t} u(x(t)) dt$$

avec $\dot{B} = P \cdot f(k(t)) - C(I(t)) - x(t) + B(t) \cdot i$

$$\dot{k} = I(t) - \delta \cdot k(t)$$
$$k(0) = \bar{K} \quad k(T) \geq 0$$
$$B(0) = \bar{B} \quad B(T) \geq 0$$

où :

$x(t)$ = consommation à la période t

$I(t)$ = investissement dans des immobilisations à la période t

$C(I(t))$ = coût d'acquisition des immobilisations à la période t

$k(t)$ = stock de capital à la période t

$B(t)$ = solde du compte des obligations à la période t

i = taux d'intérêt des obligations

ρ = taux d'intérêt personnel (ou taux de préférence pour le présent) de l'agriculteur

P = prix à la production

$f(k)$ = fonction de production

δ = taux d'amortissement du capital

Les variables surmontées d'un trait désignent respectivement le stock de capital et le solde du compte des obligations à la période $t=0$. Les variables surmontées d'un point sont des dérivées par rapport au temps et représentent la variation des variables de stock entre des périodes. On peut formuler ce problème comme un problème de contrôle avec un

hamiltonien de valeur courante H_c . Le facteur d'actualisation est inclus dans les covariables d'état, de sorte que celles-ci sont des multiplicateurs de valeur courante. Les indices t ont été supprimés de l'équation ci-dessous.

$$H_c = U(x) + \lambda_B [P \cdot f(k) - C(I) - x + B \cdot i] + \lambda_k [I - \delta \cdot k]$$

Les principales conditions marginales sont :

- (1) $\partial H_c / \partial x = U'(x) - \lambda_B = 0$
- (2) $\partial H_c / \partial I = -\lambda_B C(I) + \lambda_k = 0$
- (3) $\dot{\lambda}_B = -\partial H_c / \partial B + \rho \lambda_B = -\lambda_B i + \rho \lambda_B$
- (4) $\dot{\lambda}_k = -\partial H_c / \partial k + \rho \lambda_k = -\lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} + \lambda_k \delta + \lambda_k \rho$
- (5) $\dot{B} = Pf(k) - C(I) - x + B \cdot i$
- (6) $\dot{k} = I - \delta \cdot k$
- (7) $\lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$
- (8) $\lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$

Le terme U' est la dérivée de la fonction d'utilité par rapport à la consommation. On peut calculer la dérivée des équations 1 et 2 par rapport au temps, puis substituer les taux de variation, $\dot{\lambda}_i$, ainsi que les définitions de λ_i des équations 1 et 2, dans les équations 3 et 4.

$$(3') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot (\rho - i)$$

$$(4') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (\delta + \rho) - U'(x) P \frac{\partial f}{\partial k}$$

On peut remanier les équations 3' et 4' de manière à ce que \dot{x} et \dot{I} figurent dans le membre de gauche de l'équation. Nous obtenons ainsi un système de quatre équations différentielles (3', 4', 5 et 6), avec quatre variables surmontées d'un point (k, B, x et I), qui peut être résolu. Or, sans information explicite sur les formes fonctionnelles, il est difficile de résoudre et d'interpréter ce système d'équations. Afin de faciliter son interprétation, prenons la solution d'équilibre où chacune des variables surmontées d'un point (k, B, x et I) est égale à zéro. Les équations 3' et 4' deviennent alors :

$$(3'') \rho = i$$

$$(4'') P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + \rho) \cdot C(I)$$

Donc, dans une situation d'équilibre, le taux d'intérêt du marché sera égal au taux de préférence de l'agriculteur pour le présent. L'acquisition de capital a lieu lorsque la valeur du produit marginal est égale au coût du capital pour l'utilisateur.

Maintenant, considérons le scénario où l'État verse des contributions au CSRN et subventionne le taux d'intérêt. Pour l'instant, nous ne reconnaîtrons pas un caractère aléatoire aux recettes et nous ferons abstraction du mécanisme de déclenchement des paiements au titre de

la stabilisation du revenu net. Les contributions de l'État peuvent équivaloir jusqu'à 3 % des ventes nettes admissibles. Pour tenir compte de ces contributions, nous ajoutons le terme $0.03 \cdot P \cdot f(k)$ dans l'équation de mouvement pour les obligations, ce qui suppose que les producteurs agissent sur le solde de leur CSRN afin de maximiser les contributions de l'État¹. Nous supposons que le taux d'intérêt sur les actifs du CSRN est égal au taux d'intérêt du marché pour les obligations, i , plus une bonification, s . L'hamiltonien de valeur courante révisé est :

$$H_c = U(x) + \lambda_B [P \cdot f(k) - C(I) - x + B \cdot (i + s) + 0.03 \cdot P \cdot f(k)] + \lambda_k [I - \delta \cdot k]$$

Les conditions marginales principales révisées sont :

$$(9) \frac{\partial H_c}{\partial x} = U'(x) - \lambda_B = 0$$

$$(10) \frac{\partial H_c}{\partial I} = -\lambda_B C'(I) + \lambda_k = 0$$

$$(11) \dot{\lambda}_B = -\frac{\partial H_c}{\partial B} + \rho \lambda_B = -\lambda_B (i + s) + \rho \lambda_B$$

$$(12) \dot{\lambda}_k = -\frac{\partial H_c}{\partial k} + \rho \lambda_k = -\lambda_B [P \frac{\partial f}{\partial k} + 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k}] + \lambda_k \delta + \lambda_k \rho$$

$$(13) \dot{B} = Pf(k) - C(I) - x + B \cdot i$$

$$(14) \dot{k} = I - \delta \cdot k$$

$$(15) \lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$$

$$(16) \lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$$

Comme pour le premier problème d'optimisation, on peut calculer la dérivée des équations 9 et 10 par rapport au temps, puis substituer les taux de variation, $\dot{\lambda}_i$, ainsi que les définitions de λ_i des équations 9 et 10, dans les équations 11 et 12.

$$(11') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot (\rho - i - s)$$

$$(12') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (\delta + \rho) - U'(x) \cdot 1.03 \cdot P \cdot \frac{\partial f}{\partial k}$$

Là encore, nous avons un système de quatre équations différentielles (11', 12', 13 et 14), avec quatre variables surmontées d'un point (k, B, x et I). Afin de faciliter l'interprétation de ce système, nous prenons la solution d'équilibre où chacune des variables surmontées d'un point (k, B, x et I) est égale à zéro. L'équation 3^o devient 11^o, de sorte que maintenant $\rho = i + s$, et la substitution peut se faire dans l'équation 12^o.

$$(12'') 1.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + i + s) \cdot C(I)$$

1. Nous pouvons aussi envisager le cas d'une autre façon avec une variable séparée pour l'investissement dans le CSRN et une contrainte de Lagrange, où $0.03 \cdot P \cdot f(k) \geq$ investissement dans le CSRN. Or, ce problème d'optimisation produit les mêmes résultats que ceux exposés dans le document.

On peut comparer l'équation 12^e à l'équation 4^e pour mesurer l'effet du programme du CSRN, caractérisé par les contreparties de l'État et la bonification d'intérêt.

CSRN :

Sans programme :

$$1.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + i + s) \cdot C'(I) ; P \frac{\partial f}{\partial k} = (\delta + i) \cdot C'(I)$$

La contrepartie versée par l'État accroît la valeur du produit marginal des biens immobilisés, ce qui accroît la quantité de capital utilisée à l'équilibre et, donc, le niveau de production. Cependant, la bonification d'intérêt a un effet compensateur parce qu'elle accroît le coût d'option de l'investissement dans des actifs immobilisés. Pour une réponse complète, il faudra résoudre simultanément les quatre équations différentielles (11^e, 12^e, 13 et 14), et on pourra ensuite comparer cette solution à celle des équations 3^e, 4^e, 5^e, 6^e.

Jusqu'ici, nous n'avons pas envisagé que les recettes pourraient être incertaines. L'introduction d'un élément d'incertitude ne nous autorise pas à poser le problème habituel du contrôle optimal. La méthode de contrôle proposée par Ito simplifie la structure stochastique du modèle et détermine les conditions d'optimalité par le calcul infinitésimal stochastique.

Les équations de stock sont modélisées comme des équations différentielles stochastiques :

$$ds = g(t, s, c) dt + \sigma(t, s, c) \cdot dz$$

où :

s = variable d'état

c = variable de contrôle

dz = différentielle du processus stochastique z qui obéit à un mouvement brownien.

Le terme $g(t, s, c)$ désigne la variation prévue de la variable d'état ou, dans le cas qui nous occupe, la variation prévue de la capitalisation des obligations. Le terme $\sigma(t, s, c) \cdot dz$ désigne la variation non prévue de la variable d'état. Le terme z suit un processus de Wiener et $E(dz(t)) = 0$, $E(dz(t)^2) = dt$, et $E(dz(t) \cdot dz(\tau)) = 0$ (où $t \neq \tau$). Ainsi, la variance de la variable d'état, s , est égale à $\sigma(s)^2 dt$.

Dans le cas de notre modèle d'épargne-consommation élémentaire, nous nous inspirerons d'un exemple élaboré par Merton (1971) et qu'on retrouve dans Kamien et Schwartz (1991, pp. 269-270). Les recettes nettes, $P \cdot f(k)$, sont aléatoires et peuvent soit prendre une condition faible, l , ou une condition forte, h . La probabilité d'observation de la condition faible est α et la probabilité d'observation de la condition forte, $(1-\alpha)$. La valeur espérée et la variance des recettes nettes sont :

$$E[P \cdot f(k)] = \alpha \cdot P \cdot f(k) \cdot l + (1-\alpha) \cdot P \cdot f(k) \cdot h$$

$$E[P \cdot f(k) - E(P \cdot f(k))]^2 = [P \cdot f(k)]^2 \cdot [1 - \alpha \cdot l - (1-\alpha) \cdot h]^2 = P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2$$

La variation des obligations est définie :

$$dB = [\alpha \cdot P \cdot f(k) \cdot l + (1-\alpha) \cdot P \cdot f(k) \cdot h - C(l) - x + B \cdot i] \cdot dt + P \cdot f(k) \cdot \sigma [P \cdot f(k)] \cdot dz$$

On suppose que la variation du stock de capital est non stochastique. L'hamiltonien de valeur courante (qui est l'équivalent de l'équation de Bellman, décrite à la page 270 de Kamien et Schwartz) est :

$$H_c = U(x) + \lambda_B [\alpha \cdot P \cdot f(k) \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot P \cdot f(k) \cdot h - C(I) - x + B \cdot i] + \lambda_k [I - \delta \cdot k] + 1/2 \cdot \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2$$

Le terme additionnel qui figure dans cet hamiltonien est comparable au facteur de correction pour préférences de risque qu'on trouve dans un modèle statique d'utilité espérée-maximisation. Le terme λ_{BB} est la dérivée seconde de la fonction d'utilité par rapport aux obligations, U'' , qui est censée être négative. L'agent, en l'occurrence, a donc une aversion pour le risque. Si $U'' = 0$, l'agent sera indifférent au risque et l'optimisation sera la même que ci-dessus.

Les conditions marginales principales sont :

$$(17) \partial H_c / \partial x = U'(x) - \lambda_B = 0$$

$$(18) \partial H_c / \partial I = -\lambda_B C'(I) + \lambda_k = 0$$

$$(19) \dot{\lambda}_B = -\partial H_c / \partial B + \rho \lambda_B = \lambda_B (\rho - i)$$

$$(20) \dot{\lambda}_k = -\partial H_c / \partial k + \rho \lambda_k = -[\lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \alpha \cdot \ell + \lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (1 - \alpha) \cdot h]$$

$$+ \lambda_k \delta - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 + \lambda_k \rho$$

$$(21) dB = [\alpha \cdot P f(k) \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot P f(k) \cdot h - C(I) - x + B \cdot i] dt + P \cdot f(k) \cdot \sigma \cdot dz$$

$$(22) \dot{k} = I - \delta \cdot k$$

$$(23) \lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$$

$$(24) \lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$$

Comme précédemment, on peut calculer la dérivée des équations 17 et 18 par rapport au temps, puis substituer les taux de variation, $\dot{\lambda}_i$, ainsi que les définitions de λ_i des équations 17 et 18, dans les équations 19 et 20.

$$(19') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot (\rho - i)$$

$$(20') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (\rho + \delta)$$

$$- [U' P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \alpha \cdot \ell + U' P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (1 - \alpha) \cdot h] - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2$$

On peut remanier les équations 19' et 20' de manière à ce que \dot{x} et \dot{I} figurent dans le membre de gauche de l'équation. Nous obtenons ainsi un système de quatre équations différentielles (19', 20', 21 et 22), avec quatre variables surmontées d'un point (k , B , x et I), qui peut être résolu. Or, sans information explicite sur les formes fonctionnelles, il est difficile de résoudre

et d'interpréter ce système d'équations. Afin de faciliter son interprétation, prenons la solution d'équilibre où chacune des variables surmontées d'un point (\bar{k} , \bar{B} , \bar{x} et \bar{I}) est égale à zéro. Les équations 19' et 20' deviennent alors :

$$(19') \rho = i$$

$$(20') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot h) = (\delta + \rho) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B}$$

L'ajout de la prime de risque dans l'équation 20" accroît le coût du capital pour l'utilisateur, parce que $-P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B} > 0$ étant donné que λ_{BB} est négatif. Par conséquent, on utilise moins de capital dans ce cas-ci que dans le scénario où on ne reconnaît pas aux recettes un caractère aléatoire (4").

Pour introduire le programme du CSRN, nous pouvons procéder comme ci-dessus. Nous continuons de faire abstraction de l'effet du mécanisme de déclenchement, mais nous tiendrons compte des contributions de l'État au CSRN et de la bonification d'intérêt. Par ailleurs, le CSRN influera sur la valeur espérée et la variance des recettes nettes. Pour des raisons de simplicité, nous supposerons que les recettes nettes, dans la condition faible, sont égales aux recettes espérées (d'après le scénario où il n'existe pas de programme CSRN) et donc, les recettes nettes espérées selon le scénario avec CSRN seront plus élevées que celles selon le scénario sans CSRN.

$$\begin{aligned} E(Pf(k))_N &= \alpha \cdot E(Pf(k)) + (1 - \alpha) \cdot Pf(k) \cdot h \\ &= P \cdot f(k) \cdot [\alpha^2 \cdot l + (\alpha(1 - \alpha) + (1 - \alpha)) \cdot h] \end{aligned}$$

De même, la variance de cette distribution tronquée est inférieure à la variance selon le scénario sans CSRN.

$$E(Pf(k) - E(Pf(k)))^2_N = P^2 \cdot f(k)^2 \cdot [1 - \alpha^2 \cdot l - (\alpha(1 - \alpha) + (1 - \alpha)) \cdot h]^2 = P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2$$

L'hamiltonien de valeur courante révisé est :

$$\begin{aligned} H_c &= U(x) + \lambda_g [P \cdot f(k) \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1 - \alpha) + (1 - \alpha)) \cdot h] + 0.03 \cdot P \cdot f(k) \cdot [\alpha \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot h] \\ &\quad - C(I) - x + B \cdot (i + s)] + \lambda_k [I - \delta \cdot k] \{ + 1/2 \cdot \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k)^2 \cdot \sigma^2_N \end{aligned}$$

Les conditions principales maximum sont :

$$(25) \partial H_c / \partial x = U'(x) - \lambda_B = 0$$

$$(26) \partial H_c / \partial I = -\lambda_B C(I) + \lambda_k = 0$$

$$(27) \dot{\lambda}_B = -\partial H_c / \partial B + \rho \lambda_B = \lambda_B (\rho - i - s)$$

$$(28) \dot{\lambda}_k = -\partial H_c / \partial k + \rho \lambda_k = -\left[\lambda_B P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha) \cdot h) + \lambda_B \cdot (0.03) \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h] \right] + \lambda_k \delta - \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2 + \lambda_k \rho$$

$$(29) dB = [Pf(k) \cdot (\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha) \cdot h) + (0.03) \cdot P \cdot f(k) \cdot [\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h] - C(I) - x + B \cdot i)] dt + P \cdot f(k) \cdot \sigma_N \cdot dz$$

$$(30) \dot{k} = I - \delta \cdot k$$

$$(31) \lambda_B \geq 0 \quad \lambda_B \cdot B = 0$$

$$(32) \lambda_k \geq 0 \quad \lambda_k \cdot k = 0$$

Comme précédemment, on peut calculer la dérivée des équations 25 et 26 par rapport au temps, puis substituer les taux de variation, $\dot{\lambda}_i$, ainsi que les définitions de λ_i des équations 25 et 26, dans les équations 28 et 29.

$$(28') U''(x) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot (\rho - i - s)$$

$$(29') U'(x) \cdot C'(I) \cdot \dot{I} + U''(x) \cdot C(I) \cdot \dot{x} = U'(x) \cdot C(I) \cdot (\rho + \delta)$$

$$- [U' \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) + (1-\alpha)) \cdot h + U' \cdot 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h)]$$

$$- \lambda_{BB} \cdot P^2 \cdot f(k) \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2$$

En situation d'équilibre, les équations 28' et 29' deviennent :

$$(28'') \rho = i + s$$

$$(29'') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1-\alpha) \cdot (1-\alpha)h) + 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha \cdot \ell + (1-\alpha) \cdot h]] = (\delta + i + s) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B}$$

Pour avoir une description partielle de l'effet du CSRN, nous pouvons comparer les équations 29" et 20" :

$$(20'') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot (\alpha \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot h) = (\delta + \rho) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B} \quad \Leftrightarrow$$

$$(29'') P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha^2 \cdot \ell + (\alpha(1 - \alpha) \cdot (1 - \alpha)h) + 0.03 \cdot P \frac{\partial f}{\partial k} \cdot [\alpha \cdot \ell + (1 - \alpha) \cdot h]] = (\delta + i + s) \cdot C(I) - P^2 f \cdot \frac{\partial f}{\partial k} \cdot \sigma_N^2 \cdot \frac{\lambda_{BB}}{\lambda_B}$$

Comme précédemment, l'effet du CSRN est ambigu, parce que la bonification d'intérêt, s , décourage l'utilisation de capital, tandis que les contributions de l'État ont l'effet contraire. L'introduction d'un élément d'incertitude favorise, dans les deux cas, l'accumulation de capital. La valeur espérée des recettes nettes, $E(Pf(k))_N$, s'accroît, tandis que σ_N^2 est plus petit que σ^2 . Ces considérations devraient favoriser l'accroissement du stock du capital projeté et de la production.

Annexe B

Dans la mesure où le programme du CSRN stimule la production (c.-à-d. $0,03 \cdot VMP_k >$ bonification d'intérêt), on peut décrire cet effet par un modèle statique à un seul produit. Le terme τ désigne la subvention nette réelle venant du programme du CSRN, soit une contribution de l'État équivalant à $x\%$ des ventes admissibles. Le problème d'optimisation de l'exploitation agricole à produit unique s'énonce comme suit :

$$\max_Q P \cdot Q - C(Q) + \tau \cdot (P \cdot Q)$$

$$\text{c.p.o. : } P(1+\tau) = \frac{\partial C}{\partial Q}$$

$$MR(1+\tau) = MC$$

Dans un modèle à plusieurs produits, l'incidence de la subvention sur la production est déterminée par le fait que la production est commune ou non. On parle de production non commune lorsque la production d'un bien n'influe pas sur la production d'autres biens. Pour le scénario à deux produits avec production non commune, le problème d'optimisation de l'exploitation agricole s'énonce comme suit :

$$\max_Q P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2 - C_1(Q_1) - C_2(Q_2) + \tau \cdot (P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2)$$

$$\text{c.p.o. : } P_1(1+\tau) = \frac{\partial C_1}{\partial Q_1}$$

$$P_2(1+\tau) = \frac{\partial C_2}{\partial Q_2}$$

La fonction de production non commune à deux produits donne les mêmes résultats que la fonction de production à un seul produit. La production commune suppose que la production d'un bien influe sur la production d'autres biens. Ce type de production peut s'expliquer de plusieurs manières. Premièrement, l'obligation de se partager un intrant comme les terres. Dans la section sur l'UE, nous avons vu que lorsqu'une contrainte linéaire s'applique à un intrant qui est partagé, les effets de la subvention s'annulent. Cependant, la production commune peut prendre d'autres formes. Panzar et Willig (1979) examinent la notion de production interdépendante en partant du concept de l'intrant public. On dit qu'un intrant est public lorsqu'il peut servir à la production d'un bien contre rémunération, une fois qu'il a été acheté en vue d'un premier usage. Le caractère commun de la production peut être défini par les effets croisés des variations de la production sur la fonction de coût. La fonction de coût

commune dépendra du niveau de production de chaque bien. Ainsi, dans notre problème élémentaire, la fonction de coût est $C(Q_1, Q_2)$. La fonction de coût peut rendre compte de la complémentarité, de la substituabilité ou de l'indépendance des coûts :

$$\frac{\partial^2 C}{\partial Q_2 \partial Q_1} \geq 0$$

On parlera de complémentarité des coûts, par exemple, lorsque le CSRN permet à un producteur de réaffecter ses ressources monétaires, d'acquérir un plus gros tracteur ou du meilleur équipement afin de réduire ses coûts et, par conséquent, d'accroître la production pour toutes les cultures. En outre, on peut assimiler la complémentarité des coûts à des économies de diversification.

Pour le scénario à deux produits avec production commune, le problème d'optimisation de l'exploitation agricole s'énonce comme suit :

$$\begin{aligned} \max_{Q_1, Q_2} \quad & P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2 - C(Q_1, Q_2) + \tau \cdot (P_1 \cdot Q_1 + P_2 \cdot Q_2) \\ \text{c.p.o. :} \quad & P_1(1+\tau) = \frac{\partial C(Q_1, Q_2)}{\partial Q_1} \\ & P_2(1+\tau) = \frac{\partial C(Q_1, Q_2)}{\partial Q_2} \end{aligned}$$

Afin de déterminer l'incidence de la subvention lorsque les coûts sont complémentaires ou substituables, nous devons appliquer la statique comparative à ce système de conditions du premier ordre. En calculant les dérivées totales de ce système, nous obtenons (en supposant que les prix soient exogènes et, donc, constants) :

$$\begin{aligned} P_1 d\tau &= \frac{\partial^2 C}{\partial Q_1^2} \cdot dQ_1 + \frac{\partial^2 C}{\partial Q_1 \partial Q_2} \cdot dQ_2 \\ P_2 d\tau &= \frac{\partial^2 C}{\partial Q_2 \partial Q_1} \cdot dQ_1 + \frac{\partial^2 C}{\partial Q_2^2} \cdot dQ_2 \end{aligned}$$

En réécrivant ce système d'équations sous forme matricielle et en modifiant les symboles des dérivées secondes de la fonction de coût de manière à représenter ces dérivées par des indices (noter que par le théorème de Young, $C_{ij} = C_{ji}$) :

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{12} & C_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} dQ_1 \\ dQ_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 d\tau \\ P_2 d\tau \end{bmatrix}$$

$$\frac{dQ_1}{d\tau} = \frac{(P_1 C_{11} - P_2 C_{12})}{(C_{11} C_{22} - C_{12}^2)}$$

Le signe de $dQ_1/d\tau$ dépend de celui de C_{12} . Nous supposerons l'absence de rendements d'échelle croissants, de sorte que C_{ii} sera positif, et la concavité de la fonction de coût fait que $C_{11} C_{22}$ est plus grand que C_{12}^2 , de sorte que le dénominateur sera positif. Le signe du numérateur dépendra du signe de C_{12} , de sorte que s'il y a complémentarité des coûts, $C_{12} < 0$, le signe de $dQ_1/d\tau$ sera toujours positif. Si la fonction de coût révèle la substituabilité des coûts, $C_{12} > 0$, le deuxième terme du numérateur réduira la valeur de $dQ_1/d\tau$ (et pourrait même rendre cette valeur négative).

Annexe C

Le problème de maximisation avec contrainte du producteur s'énonce comme suit :

$$\max_{h, x, \lambda} \Pi = p_c y_c h_c + p_o y_o h_o - w_c x_c - w_o x_o + s_c h_c + s_o h_o + \lambda(H - G - h_c - h_o) + gG$$

En substituant la définition des rendements, le problème d'optimisation devient :

$$\max_{h, x, \lambda} \Pi = p_c f^c(x_c h_c) + p_o f^o(x_o h_o) - w_c x_c - w_o x_o + s_c h_c + s_o h_o + \lambda(H - G - h_c - h_o) + gG$$

Les conditions du premier ordre pour la maximisation de l'équation du profit par rapport aux intrants x et h et au multiplicateur de Lagrange λ sont :

$$p_c f^c_{hc} - \lambda + s_c = 0$$

$$p_o f^o_{ho} - \lambda + s_o = 0$$

$$p_c f^c_{xc} = w_c$$

$$p_o f^o_{xo} = w_o$$

$$H - G = h_c + h_o$$

Pour des raisons d'économie d'espace, nous représenterons les dérivées partielles par des indices; ainsi, $\partial f^c / \partial h_c$ s'écrira f^c_{hc} . En combinant les deux premières équations du système de conditions du premier ordre et en calculant la dérivée totale, nous obtenons le système suivant :

$$p_c f^c_{hc} dh_c + p_c f^c_{xc} dx_c - p_o f^o_{ho} dh_o - p_o f^o_{xo} dx_o = ds_o - ds_c$$

$$p_c f^c_{xc} dh_c + p_c f^c_{xc} dx_c = dw_c$$

$$p_o f^o_{ho} dh_o + p_o f^o_{xo} dx_o = dw_o$$

$$dh_o + dh_c = dH - dG$$

Nous appliquerons la statique comparative aux termes du type dh_i/ds_i et dh_i/ds_j , c'est-à-dire :

$$\frac{dh_c}{ds_c} = \frac{|Z^{hc}_{sc}|}{|Z|} \quad \frac{dh_o}{ds_o} = \frac{|Z^{hc}_{so}|}{|Z|}$$

où :

$$|Z| = \begin{bmatrix} p_c f^c_{hc hc} & -p_o f^o_{ho ho} & p_c f^c_{hc xc} & -p_o f^o_{ho xo} \\ p_c f^c_{xc hc} & 0 & p_c f^c_{xc xc} & 0 \\ 0 & p_o f^o_{xo ho} & 0 & p_o f^o_{xo xo} \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$|Z^k_{sc}| = \begin{bmatrix} -ds_c & -p_o f^o_{ho ho} & p_c f^c_{hc xc} & -p_o f^o_{ho xo} \\ 0 & 0 & p_c f^c_{xc xc} & 0 \\ 0 & p_o f^o_{xo ho} & 0 & p_o f^o_{xo xo} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{dh_c}{ds_c} = \frac{-ds_c \cdot p_c f^c_{xc xc} \cdot p_o f^o_{xo xo}}{\Delta}$$

où :

$$\Delta = -[p_o f^o_{ho xo}]^2 \cdot p_c f^c_{xc xc} - [p_c f^c_{hc hc}]^2 \cdot p_o f^o_{xo xo} + p_c f^c_{hc hc} \cdot p_c f^c_{xc xc} \cdot p_o f^o_{xo xo} + p_o f^o_{xo xo} \cdot p_c f^c_{xc xc} \cdot p_o f^o_{xo xo}$$

Pour connaître le signe de dh_c/ds_c , nous devons déterminer le signe des dérivées secondes de la fonction de production pour chaque culture, f_{ij} . Les f_{ij} sont tous négatifs, ce qui suppose que la production est en relation inverse avec le volume d'intrants. Par exemple, $f_{hi hi}$ désigne la variation des rendements pour la culture 1 lorsque la superficie consacrée à cette culture augmente, et le signe est négatif. En outre, la concavité de la fonction de production exige que $\partial^2 f / \partial h^2$ soit plus grand ou égal à $\partial^2 f / \partial h \partial x$ et que $\partial^2 f / \partial x^2$ soit plus grand ou égal à $\partial^2 f / \partial h \partial x$. Ce sont là des conditions suffisantes pour que le dénominateur, Δ , soit négatif. Le numérateur, quant à lui, sera négatif puisque les prix sont positifs, de même que les dérivées secondes de la fonction de production, $f_{xi xi}$, et que le signe placé devant l'expression est négatif. Le signe de dh_c/ds_c est donc positif, puisque le numérateur et le dénominateur sont tous deux négatifs.

$$|Z^k_{so}| = \begin{bmatrix} ds_o & -p_o f^o_{ho ho} & p_c f^c_{hc xc} & -p_o f^o_{ho xo} \\ 0 & 0 & p_c f^c_{xc xc} & 0 \\ 0 & p_o f^o_{xo ho} & 0 & p_o f^o_{xo xo} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\frac{dh_c}{ds_o} = \frac{ds_o \cdot p_c f^c_{xc xc} \cdot p_o f^o_{xo xo}}{\Delta}$$

Le signe de dh_c/ds_o est négatif, puisque le dénominateur est négatif et le numérateur, positif.

On peut faire des calculs semblables pour les décisions concernant la superficie à consacrer à la culture des oléagineux; ainsi, l'effet du paiement compensatoire à l'hectare pour les oléagineux est positif, tandis que l'effet du même paiement pour les cultures concurrentes est négatif.